

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Michal Burian

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Masožravé rostliny a jejich využití ve výuce
Carnivorous Plants and Their Use in Teaching

Michal Burian

Vedoucí práce: RNDr. Jana Skýbová Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na
vzdělávání – Tělesná výchova a sport se zaměřením na vzdělávání

2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Masožravé rostliny a jejich využití ve výuce vypracoval pod vedením RNDr. Jany Skýbové Ph.D. samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 14.4. 2017

.....

podpis

Mé poděkování patří především RNDr. Janě Skýbové Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícnost při všech konzultacích, které mi velmi pomohly k vypracování bakalářské práce. Rád bych poděkoval také RNDr. Vlastimilu Rybkovi Ph.D., který mi poskytl cenné informace.

ANOTACE

V této bakalářské práci jsem se zaměřil na masožravé rostliny a jejich ekologii. V teoretické části jsem nejprve vysvětlil pojem masožravost rostlin a definoval jednotlivé typy a způsoby masožravosti. Poté jsem charakterizoval jednotlivé rody a uvedl příklady některých druhů. V praktické části jsem se zaměřil na výuku tematiky masožravých rostlin na základních a středních školách. Nejprve jsem provedl zhodnocení několika učebnic pro základní i střední školy ve vztahu k výuce masožravých rostlin, poté navrhl modelovou výuku masožravých rostlin, včetně pracovního listu a exkurze a ověřil ji ve vlastní výuce.

KLÍČOVÁ SLOVA

masožravé rostliny, hmyzožravé rostliny, masožravost, modelová výuka, ekologie
masožravých rostlin

ANOTATION

My bachelor thesis focuses on carnivorous plants and their ecology. The theoretical part deals with the term “carnivorous plant” itself and its different types and means of carnivory. I then described individual genres and listed examples of a few species. The practical part focuses on teaching this topic on elementary schools and high schools. Firstly, I analyzed several textbooks for these schools which deal with carnivorous plants. After that, I suggested the ideal way to teach about carnivorous plants, including worksheets and excursion and verify it in my lessons.

KEYWORDS

carnivorous plants, insectivorous plants, carnivory, teaching model, ecology of carnivorous plants

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle bakalářské práce.....	10
3	Masožravé rostliny	11
3.1	Masožravost (hmyzožravost) rostlin	11
3.1.1	Historie.....	11
3.1.2	Základní fakta	12
3.1.2.1	Vymezení pojmu „masožravost“	12
3.1.2.2	Důvody existence a nezbytnost masožravosti rostlin	13
3.2	Lapací systémy.....	14
3.2.1	Způsob vábení kořisti.....	14
3.2.2	Typy lapacích systémů.....	14
3.2.2.1	Gravitační pasti (láčky)	15
3.2.2.2	Adhezní pasti	16
3.2.2.3	Hypotenzní pasti	18
3.2.2.4	Mechanické sklapovací pasti	19
3.2.2.5	Detektivní pasti.....	21
3.2.3	Trávení kořisti.....	22
3.3	Přehled jednotlivých rodů masožravých rostlin.....	25
3.3.1	Aldrovandka (<i>Aldrovanda</i>).....	25
3.3.1.1	Aldrovandka měchýřkatá (<i>Aldrovanda vesiculosa</i>)	26
3.3.2	Byblidy (<i>Byblis</i>).....	27
3.3.2.1	Byblis lněnokvětá (<i>Byblis liniflora</i>)	28
3.3.2.2	Byblis obrovská (<i>Byblis gigantea</i>)	29
3.3.3	Láčkovice (<i>Cephalotus</i>).....	30
3.3.3.1	Láčkovice australská (<i>Cephalotus follicularis</i>).....	30
3.3.4	Darlingtonie (<i>Darlingtonia</i>).....	31
3.3.4.1	Darlingtonie kalifornská (<i>Darlingtonia californica</i>).....	32
3.3.5	Mucholapka (<i>Dionaea</i>)	33
3.3.5.1	Mucholapka podivná (<i>Dionaea muscipula</i>)	34
3.3.6	Rosnatka (<i>Drosera</i>).....	35
3.3.6.1	Rosnatka okrouhlolistá (<i>Drosera rotundifolia</i>).....	36
3.3.6.2	Rosnatka dvojitá (<i>Drosera binata</i>).....	37

3.3.6.3	Rosnatka velkolepá (<i>Drosera magnifica</i>).....	38
3.3.7	Rosnolist (<i>Drosophyllum</i>).....	38
3.3.7.1	Rosnolist lusitánský (<i>Drosophyllum lusitanicum</i>).....	39
3.3.8	Genlisea (<i>Genlisea</i>).....	40
3.3.8.1	Genlisea kostrbatá (<i>Genlisea hispidula</i>).....	40
3.3.9	Heliamfora (<i>Heliamphora</i>)	41
3.3.9.1	Heliamfora nicí (<i>Heliamphora nutans</i>)	42
3.3.9.2	Heliamfora Tateova (<i>Heliamphora tatei</i>).....	43
3.3.10	Láčkovka (<i>Nepenthes</i>)	43
3.3.10.1	Láčkovka rádža (<i>Nepenthes rajah</i>).....	44
3.3.10.2	Láčkovka lemovaná (<i>Nepenthes albomarginata</i>).....	45
3.3.10.3	Láčkovka dvojostruhatá (<i>Nepenthes bicalcarata</i>).....	46
3.3.11	Tučnice (<i>Pinguicula</i>)	46
3.3.11.1	Tučnice česká (<i>Pinguicula bohemica</i>).....	47
3.3.11.2	Tučnice stromobytná (<i>Pinguicula lignicola</i>).....	48
3.3.11.3	Tučnice sádrovcová (<i>Pinguicula gypsicola</i>)	49
3.3.12	Špirlice (<i>Sarracenia</i>).....	49
3.3.12.1	Špirlice přivřená (<i>Sarracenia minor</i>)	50
3.3.12.2	Špirlice papouščí (<i>Sarracenia psittacina</i>)	51
3.3.13	Trifid (<i>Triphyophyllum</i>).....	51
3.3.13.1	Trifid štítnatý (<i>Triphyophyllum peltatum</i>).....	52
3.3.14	Bublinatka (<i>Utricularia</i>)	53
3.3.14.1	Bublinatka jižní (<i>Utricularia australis</i>).....	54
3.3.14.2	Bublinatka ledvinovitá (<i>Utricularia reniformis</i>).....	54
3.3.15	Katopsis a brocchinie (<i>Catopsis</i> a <i>Brocchinia</i>).....	55
3.3.15.1	Brocchinie úzká (<i>Brocchinia reducta</i>)	56
3.3.15.2	Katopsis Berterova (<i>Catopsis berteroniana</i>).....	56
4	Praktická část.....	57
4.1	Současná výuka problematiky masožravých rostlin na základních a středních školách.....	57
4.2	Modelová výuka tematiky masožravých rostlin na základní škole.....	59
4.2.1	Průběh výuky masožravých rostlin.....	59
4.2.2	Zhodnocení výuky masožravých rostlin	60

4.2.3	Pracovní list	60
4.3	Návrh exkurze	64
5	Závěr	67
6	Seznam použitých informačních zdrojů	69
7	Seznam obrázků a tabulek	75
8	Seznam příloh	76
8.1	Řešení pracovního listu	77
9	Seznam zdrojů použitých obrázků v příloze č. 1	80

1 Úvod

Rostliny jsou neodmyslitelnou součástí přírody, ať už mluvíme o stromech, keřích, bylinách nebo nižších rostlinách. Botanika je však většinou ve výuce přírodopisu na základních i středních školách pro žáky velmi neoblíbeným tématem. Jednou z cest, jak zpopularizovat tento obor ve výuce je představení pro žáky atraktivní skupinu masožravých rostlin, které tvoří skupinu se specifickými požadavky na prostředí a s vyvinutým heterotrofním způsobem výživy.

Již od útlého věku jsem měl velký zájem o rostliny i o botaniku jako takovou. Od základních lučních a pokojových rostlin jsem se postupně dopracoval k rostlinám masožravým, o které jsem se velmi zajímal a také spoustu druhů úspěšně pěstoval. Proto jsem si na toto období vzpomněl při výběru tématu bakalářské práce a zaměřil se právě na masožravé rostliny a jejich výuku na základních a středních školách.

Ve své bakalářské práci bych rád čtenáře seznámil se způsobem výživy masožravých rostlin, jejich historií a také s jednotlivými typy masožravosti a způsoby lapání kořisti. Druhý úsek je věnován charakteristice jednotlivých rodů masožravých rostlin a představení vybraných druhů, které jsou vybrány především na základě didaktické zajímavosti, případně na základě různých odlišností od ostatních rostlin daného rodu.

V teoretické části jsou představeny současné způsoby výuky tematiky masožravých rostlin na základních a středních školách a možné cesty, jak tímto tématem zpopularizovat výuku botaniky na zmíněných stupních škol.

Hlavním cílem práce je tedy představení jednotlivých rodů masožravých rostlin, jejich ekologie a způsobů lapání kořisti, ale také poskytnout ucelený návod, jak tyto informace předat žákům.

2 Cíle bakalářské práce

- Charakterizovat pojem masožravost a způsoby masožravosti.
- Popsat jednotlivé rody a vybrané druhy masožravých rostlin.
- Stručně analyzovat současnou výuku masožravých rostlin na základních a středních školách.
- Navrhnout modelovou výuku masožravých rostlin, včetně ověření ve vlastní výuce.

3 Masožravé rostliny

3.1 Masožravost (hmyzožravost) rostlin

3.1.1 Historie

Pro absenci fosilií nedokážeme přesně stanovit, ve kterém geologickém období a jakým způsobem se začaly rostliny specializovat k masožravosti. Dá se však předpokládat, že k vývoji masožravých rostlin došlo v různých časových etapách evoluce a původ netkví v jednom jediném předkovi, ale v různých, vzájemně nepříbuzných skupinách rostlin (ŠVARC, 2003).

Masožravost rostlin byla poprvé pozorována guvernérem Severní Karolíny Arthurem Dobbsem, objevitelem mucholapky podivné (*Dionaea muscipula*), v roce 1759. Následně byla mucholapka zkoumána Johnem Ellisem. Tento botanicky zaměřený obchodník poprvé vznesl domněnku, že lapání hmyzu nějakým způsobem souvisí s výživou rostliny (STUDNIČKA, 1984). Jeho hypotézu později potvrdil Charles Darwin experimenty s rosnatkou okrouhlolistou (*Drosera rotundifolia*). Darwin se pak masožravými rostlinami zabýval ve své knize „Insectivorous plants“, která vyšla v Londýně roku 1875 a je pokládána za první monografii o masožravých rostlinách. Mezi další známé osobnosti, které se těmito rostlinami zabývali, patří: Caspary, J. D. Hooker, Morren, Nitschke a další (ŠVARC, 2003).

Objev masožravosti jako takové však nebyl první zmínkou o masožravých rostlinách. První vyobrazení špirlic *Sarracenia flava* a *Sarracenia purpurea* pochází již ze 16. a 17. století. První vědecky popsanou karnivorní rostlinou je potom endemická láčkovka *Nepenthes madagascariensis*, kterou objevil roku 1658 guvernér Madagaskaru Étienne de Flacourt (ŠVARC, 2003).

Ačkoliv byla většina faktů o masožravosti již objevena, stále se botanici nemohou shodnout na tom, jak tento jev označovat. U většiny rodů tvoří hlavní součást kořisti hmyz – mucholapka, špirlice, rosnatky atd. U těchto rodů rostlin není o správném použití termínu „hmyzožravé (insektivorní) rostliny“ pochyb. Existují však také druhy, které jsou specializované spíše na jinou kořist než hmyz. Jedná se hlavně o vodní druhy rodu bublinatka (*Utricularia*) a rod aldrovandka (*Aldrovanda*), které loví kromě hmyzu

také korýše (Crustacea), prvoky (Protozoa), pavouky (Araneae) i malé obratlovce (Vertebrata), například pulce, ještěrky a drobné hlodavce. Těmto rostlinám by se mělo říkat spíše rostliny masožravé (karnivorní). Tento pojem byl v souvislosti s rostlinami poprvé použit francouzským encyklopedistou Denisem Diderotem v 18. století. K použití tohoto obecnějšího termínu vybízí i fakt, že ve všech masožravých rostlinách byl zjištěn enzym proteáza, štěpící bílkoviny, tedy laicky řečeno maso (SCHNELL, 2002).

3.1.2 Základní fakta

3.1.2.1 Vymezení pojmu „masožravost“

Existuje mnoho rostlin, které sice lapají hmyz, ale nijak ho dále nevyužívají. Mnoho druhů má například lepkavý povrch stonků a listů, na kterém se zachytí spousta drobného hmyzu. Většinou to však bývá jen obranná funkce rostlin proti škůdcům. Takto se například brání několik druhů šalvějí (*Salvia glutinosa* nebo *Salvia patens*), tabák *Nicotiana noctiflora* nebo příbuzné petúnie (*Petunia*). Živočich může uhynout také v různých dutinách rostlin, například v šupinovitých listech na oddencích podbílků (*Lathraea*), odkud se po vletnutí nemůže dostat. Tyto dutiny mohou vést k evoluci ve složité masožravé orgány. Například láčkovky (*Nepenthes*), jejichž láčky slouží primárně k masožravosti, mají sekundární funkci jako zásobárna vody pro sušší období. Tato funkce byla u neznámé vývojové předchůdkyně láčkovky původně primární funkcí (STUDNIČKA, 2006).

Někdy je velmi těžké rozhodnout, zda je rostlina skutečně masožravá, nebo má jen náznak masožravosti, tzv. prokarnivorii nebo hemikarnivorii. Tuto „částečnou“ masožravost mají dva jihoafrické druhy rodu chejlava (*Roridula*). Dalším botanickým dilematem jsou rostliny, které samy nevylučují trávicí šťávu, i když nepochybně patří mezi masožravé rostliny. K trávení využívají exoenzymy všudypřítomných mikroorganismů. Příkladem jsou rody *Heliamphora* a *Darlingtonia*. Kvůli těmto výjimkám se stanovila definice, které schopnosti musí mít masožravá rostlina, aby se mohla nazývat masožravou. Souboru těchto adaptací a schopností se říká „karnivorní syndrom“, který obsahuje tyto podmínky (STUDNIČKA, 2006):

- 1) „Schopnost lákat kořist k lapacím orgánům, tedy zvýšit pravděpodobnost polapení oproti četnosti náhodné.
- 2) Mít specializovaný orgán schopný polapit a zadržet přivábenou kořist.
- 3) Vytvořit prostředí pro trávení kořisti, buď pomocí vlastních enzymů, nebo i symbiotických mikroorganismů
- 4) Schopnost zužitkovat organické produkty trávení pro získání existenční výhody v podmínkách kritického nedostatku přístupných živin v prostředí, tedy významné podpory růstu nebo plodnosti“ (STUDNIČKA, 2006, s. 12).

3.1.2.2 Důvody existence a nezbytnost masožravosti rostlin

Půda či voda, ve které rostou masožravé rostliny, jsou obvykle deficitním prostředím, tzn., že v něm chybí dostatečné množství biogenních prvků. Významný je hlavně nedostatek dusíku a fosforu. Deficitní prostředí je například rašelina, laterity nebo křemenný písek. V těchto půdách však rostou i jiné rostliny, které masožravostí nedisponují. Tato výhodná adaptace se dá pokládat za jednu z možností přizpůsobení na nedostatek minerálních živin. V mezidruhovém konkurenčním boji o prostor, sluneční energii a zdroje látek je pak masožravost nespornou výhodou (STUDNIČKA, 1984). Masožravé rostliny jsou díky své adaptaci tzv. stresům přizpůsobené rostliny (stres z nedostatku některého životně důležitého faktoru) a označují se jako S-stratégové (STUDNIČKA, 2006).

Živočišná potrava nikdy netvoří jediný zdroj živin pro masožravé rostliny. Dalšími zdroji je příjem minerálních látek z okolního prostředí a asimilace. Příjem organických a současně i anorganických živin, tedy smíšené vyživování se označuje termínem „mixotrofní“. Podíl získaných živin z kořisti se liší v závislosti na druhu a také na množství přijímaných látek z okolního prostředí. U většiny rostlin pěstovaných v umělých podmínkách bylo zjištěno, že absence živin z kořisti nevede k fyziologickým poruchám, tedy, že bez nich mohou normálně růst. Hlavní výjimkou jsou některé druhy plovoucích bublinek. V roce 1888 prokázal M. Büsgen pokusy s bublinatkou obecnou (*Utricularia vulgaris*), že nedostatek zooplanktonu vede ke slábnutí rostliny a následně k přechodu do dormantního stavu. Podobně důležitá kořist je také pro aldrovandku měchýřkatou (*Aldrovanda vesiculosa*). Živočišný plankton je

také významný zdroj oxidu uhličitého, který je následně rostlinou využit k fotosyntéze (SCHNELL, 2002).

3.2 Lapací systémy

Dlouhé soužití rostlin a živočichů vedlo k postupnému vývoji různých přizpůsobení. Například hmyzosprašné rostliny začaly za účelem nalákání opylovačů vytvářet nápadně barevné květy, lákající hmyz svým nektarem a vůní. Na druhou stranu se zase u hmyzu vyvinuly reflexy, pomáhající vyhledávat zdroje potravy a někdy i prostory pro naklazení vajíček. Masožravé rostliny využily těchto reflexů k nalákání kořisti. Lapací orgány tedy nějakou vlastností napodobují květy, plodnice hub, kvasící ovoce apod. Ačkoliv se některé pasti podobají květu, žádná masožravá rostlina nemá masožravé květy. Všechny lapací systémy vznikly přeměnou z listů (STUDNIČKA, 1984).

3.2.1 Způsob vábení kořisti

Vůně, respektive zápach, který používají masožravé rostliny (špirlice, láčkovky, tučnice, rosnatky a rosnolist) k přilákání hmyzu je lidským čichem takřka nerozpoznatelný. Pro hmyz je však tento zápach velmi výrazný. Podobný účinek, jako čichové vjemy mají také kapičky na listech rosnatek, rosnolistu, tučnic a byblid. Dalším lákadlem je také nektar na povrchu pastí láčkovek, špirlic, heliamfor, darlingtonie a mucholapky. U vodních masožravých rostlin bývá kořist vábena slizem, který je vylučován na povrchu pastí. Tento způsob lákání využívají bublinatky, měchýřnatky, genliseje a aldrovandky (SCHNELL, 2002).

3.2.2 Typy lapacích systémů

SLACK, 2000 dělí lapací systémy podle způsobu lapání hmyzu na pasivní a aktivní. Aktivní pasti jsou mnohem účinnější a pokročilejší možnost, jak polapit kořist. Funguje na základě pohybu pasti k uchycení nebo k lepšímu zafixování polapeného hmyzu. Využívají ji nejvíce mucholapky (*Dionaea*), bublinatky (*Utricularia*), aldrovandky (*Aldrovanda*), rosnatky (*Drosera*) a tučnice (*Pinguicula*). Pasivní pasti pak pohyb k uchycení kořisti nepoužívají a spoléhají se na důmyslnost svých

nepohyblivých pastí. Mezi pasivní masožravé rostliny patří zejména láčkovky (*Nepenthes*), špirlice (*Sarracenia*), *Heliamphora*, *Byblis*, rosnolist (*Drosophyllum*) atd.

Většina českých autorů knih o masožravých rostlinách dělí pasti spíše podle funkce do pěti typů: gravitační pasti, adhezní pasti, podtlakové pasti, mechanické sklapovací pasti a detektivní pasti.

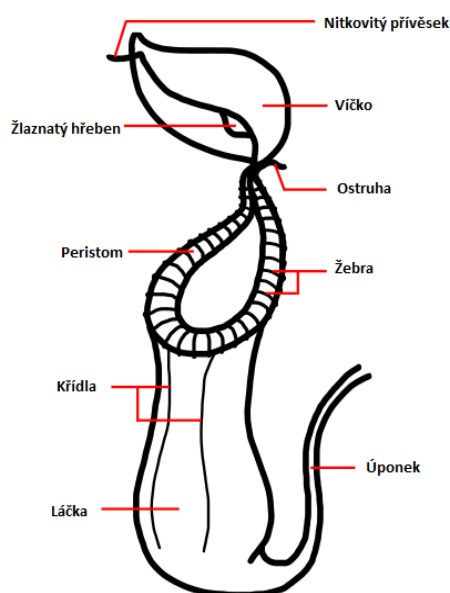
Stejný typ pasti však nemusí nutně potvrzovat příbuznost druhů. Například stejné typy pastí mají rosnatky (*Drosera*), tučnice (*Pinguicula*) a byblidy, ale každý rod patří do jiné čeledi. Naopak u příbuzných druhů se mohou vyskytovat rozdílné způsoby lapání kořisti, jako třeba u *Pinguicula*, *Utricularia*, a *Genlisea* z čeledi *Lentibulariaceae* (STUDNIČKA, 1984).

3.2.2.1 Gravitační pasti (láčky)

Ačkoliv je láčka poměrně specializovaný orgán, vyskytuje se v přírodě v hojně tvarové variabilitě. Mohou se dělit na dva typy. Prvním typem je láčka dolní neboli pozemní. Tento typ se vyskytuje u mladých rostlin, nebo u rostlin s nižším vzrůstem. Druhý typ je láčka horní neboli vzdušná, vyskytující se u vzrostlejších, starších a popínavých rostlin. Rostlina může mít současně oba typy láček (CLARKE, 1997).

Láčka, do které je hmyz lákán, má obvykle konvicovitý či trychtýřovitý tvar. Horní část láčky, je tvořená výrazně zbarveným lemem s paprscitými drážkami, odborně peristomem. Peristom spolu s voskovitými šupinami a vazkou tekutinou napomáhá sklouznutí kořisti dovnitř láčky. Únik hmyzu z pasti může znesnadňovat různě dlouhé ochlupení uvnitř. Další důležitou, ale ne nezbytnou součástí láčky je víčko, které vychází z peristomu, překrývá otvor láčky a chrání ji tak před nadměrným naplněním pasti vodou. Do uzrání láčky bývá víčko přirostlé k jejímu okraji. U některých rodů víčko chybí (MORAN, CLARKE, 2010).

Obrázek 1: Láčka



Zdroj: <https://bn.m.wikipedia.org>

Rostliny, které využívají gravitační pasti, lákají kořist pomocí zbarvení, nektaru či vůně, nejčastěji kombinací všech variant (NOVÁK, 2006). K vábení hmyzu může pomáhat i peristom, odrážející modré a zelené ultrafialové světlo vlnové délky 350-370, 430-470 a 490-540 nm, která jsou dobře viditelná pro mnoho druhů hmyzu. Peristom s touto funkcí má láčkovka *Nepenthes rafflesiana*. Další zajímavý způsob lákání kořisti má láčka *Nepenthes albomarginata*, která na svém povrchu pod peristomem má krémově zbarvenou plstnatou tkáň, která láká lišejníkožravé termity rodu *Hospitalitermes*, kteří tkáň okusují a následně padají do pasti (MORAN, CLARKE, 2010).

Ve spodní části láčky se nachází žlázy, vytvářející trávicí šťávy, udržují pH a zajišťují vstřebávání živin z kořisti. Kořisti obvykle bývají pavoukovci, členovci a hmyz, nejčastěji mravenci. Výjimkou však nejsou ani drobnější hlodavci, žáby či ještěrky, jejichž zbytky byly nalezeny v láčkách *Nepenthes rajah*, jejíž pasti dorůstají až čtyřiceti centimetrů na výšku. Láčky nejsou moc účinné vůči vosám, které se mohou prokousat stěnou pasti a uniknout (NOVÁK, 2006).

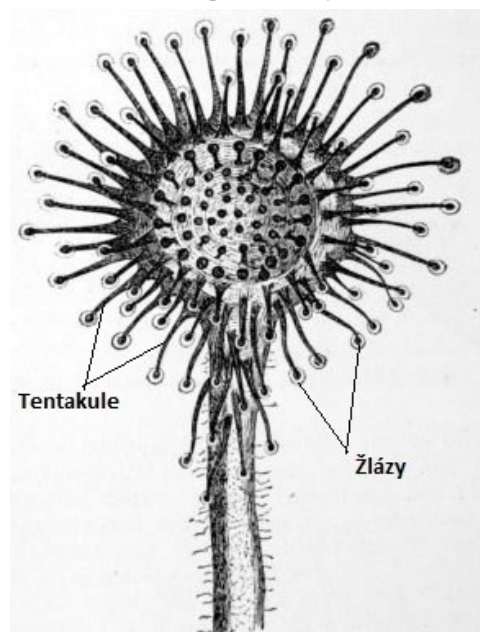
Gravitační pasti využívají rody *Nepenthes*, *Cephalotus*, *Darlingtonia*, *Heliamphora* a *Sarracenia* (ŠVARC, 2006) kromě špirlice papouščí (*Sarracenia psittacina*), která využívá detektivní pasti (NOVÁK, 2006).

3.2.2.2 Adhezní pasti

Adhezní neboli lepivé pasti jsou vyvinuty u rodů rosnatka (*Drosera*), tučnice (*Pinguicula*), rosnolist (*Drosophyllum*) a *Byblis*. Fungují na principu lepkavých kapiček čiré tekutiny, připomínající rosu (původ rodového názvu rosnatka). Tyto kapky jsou rostlinou vylučovány na povrch listu. Hmyz je lákán nejen vzhledem kapky, ale také zbarvením a pachem listů. Po usednutí na list zůstane kořist přilepena a žlázy začnou vylučovat trávicí šťávu. Jakmile do listu přestanou proudit živiny a z kořisti zůstane jen chitinová kostra, napřímí se list do původní polohy a je připraven k lapení další kořisti (NOVÁK, 2006).

Ačkoliv je odchyt kořisti pomocí adhezních pastí založen na stejném principu, u každého rodu může mít rozdílnou podobu. Nejjednodušší podobu lepivých pastí mají tučnice (*Pinguicula*), které jsou uzpůsobeny k lapání převážně malého hmyzu do cca. 3 milimetrů. Na svrchní ploše listů tučnic je velké množství malých přisedlých a stopkatých žláz. U některých druhů se mohou po přichycení hmyzu svinovat okraje listů. Tato funkce jednak pomáhá k rychlejšímu pronikání trávicí šťávy po celém povrchu kořisti, dále pomáhá chránit polapený hmyz před deštěm a minimalizovat tak naředění trávicích šťáv. Třetí funkcí je ochrana před požíráním kořisti slimáky (SLACK, 2000).

Obrázek 2: Adhezní past rosnatky



Zdroj: <http://darwin-online.org.uk/>

Rosnatky (*Drosera*) na rozdíl od tučnic nevylučují slizké kapičky pouze na pokožku listu, ale na žláznaté výčnělky, zvané tentakule. Díky tomuto zvětšení lepkavé plochy mohou odchyťovat i větší hmyz. Když kořist sedne na tentakule, její dýchací otvory se okamžitě zahltí slizem a následný pohyb kořisti dráždí žlázy k vyššímu vylučování trávicích enzymů. Pohyb zároveň aktivuje tentakule na okraji listu a ty se začnou pomalu sklánět ke středu čepele. Cílem tohoto pohybu je obklopení hmyzu ze všech stran a urychlit tak jeho trávení (SLACK, 2000).

Poslední strategii využívání adhezních pastí můžeme pozorovat u rosnolistu (*Drosophyllum*) a u byblid (*Byblis*). Jejich čárkovité listy nejsou schopny svinovat okraje, tak jako tučnice nebo rosnatky. Jejich taktika spočívá ve velkém množství vylučovaného sekretu, který mnohdy z listů odkapává. Typické pro tyto rody je velká účinnost lapání a rychlé trávení (STUDNIČKA, 1984).

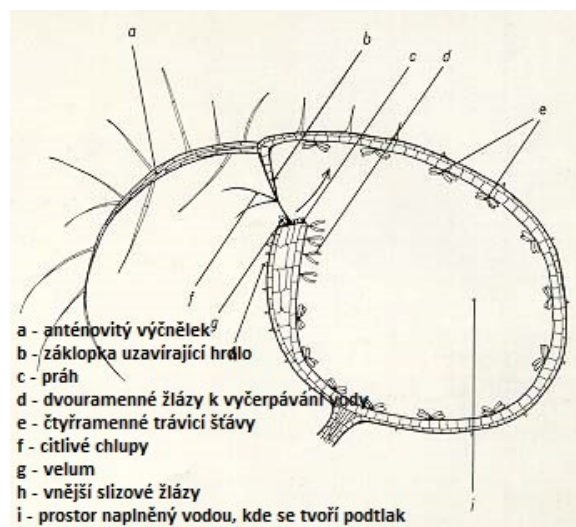
3.2.2.3 Hypotenzní pasti

Hypotenzní neboli podtlakové pasti mají podobu modrých, zelených nebo bílých měchýřků přirostlých k prýtu, které můžeme vidět u bublinek (*Utricularia*). Velikost měchýřků závisí na druhu rostliny a specializaci na určitou kořist, nikoliv na velikosti rostliny samotné. Obvykle se však pohybuje mezi 0,5 až 4 mm (NOVÁK, 2006). Ačkoliv mohou být rostliny používající hypotenzní pasti vodní (akvatické), pozemní (terestrické) či epifytní, jejich pasti jsou vázány na vodní prostředí (SCHNELL, 2002).

Za vodní prostředí je v tomto případě považován i mechový porost, tudíž není podmínkou, že hypotenzní pasti mohou lapat výhradně vodní živočichy, i když tvoří většinovou složku potravy.

Když je měchýřek připraven k lapání kořisti, je naplněn vodou a hermeticky uzavřen záklopkou. Uvnitř pasti je podtlak, jehož následkem je past ze stran mírně promáčknutá. Kořist je lákána na slizký výměšek žláz kolem hrdla pasti. Poté co se dotkne chlupů na záklopce, záklopka se prudce otevře směrem do nitra pasti a nasaje vodu i s kořistí. Kořist však musí být dostatečně velká, aby se dostala přes výčnělky před hrdlem pasti, které u terestrických rostlin chrání měchýřek před zahlcením půdními částicemi. Výčnělky vodních druhů vypadají jako jakési větvené „antény“, sloužící k třídění a usměrňování kořisti. Některé druhy bublinek mají hrdlo pasti prodlouženo v trubicovitou vpust' (SLACK, 2000).

Obrázek 3: Hypotenzní past bublinky



Zdroj: STUDNIČKA M., *Masožravé rostliny : sborník článků pro časopis Živa*, s.129

Původ pohybu záklopk u měchýřků bublinek je dosud vysvětlován pouze hypotézami. Někteří botanici přisuzují pohyb úponu, který přichycuje záklopku k měchýřku. Úpon však nejspíše zajišťuje pouze zavírání pasti. Otevírání

pravděpodobně způsobuje podtlak a proud vody při vysunutí dolního okraje záklopky nad práh, kde je v klidovém stavu zaseknut. K tomu by stačila malá deformace hrdla pasti. Neznalost přesného systému zavírání pasti je zapříčiněna nemožností pozorovat pohyb v optickém mikroskopu. Činnost těchto pastí je možné sledovat pouze na videozáznamu. Zaklapnutí měchýřku trvá pouze krátký zlomek sekundy, u největších bublinek je pohyb dokonce slyšitelný (STUDNIČKA, 2007).

Poté co je kořist polapena, žlázy uvnitř měchýřku začnou produkovat enzymy. Jakmile rostlina vstřebá živiny, měchýřek se začne připravovat k dalšímu použití (NOVÁK, 2006). Rostlina začne vyčerpávat vodu z měchýřku pomocí dvojčetných žláz, které mají podobu rozdvojených chlupů. Tento proces trvá asi 15 až 30 minut a spotřebovává se při něm energie získaná buněčným dýcháním. Cyklus otevření a zavření pasti může rostlina opakovat až 14x a někdy může probíhat v několika etapách, zvlášť při nasátí dlouhé kořisti (STUDNIČKA, 2007).

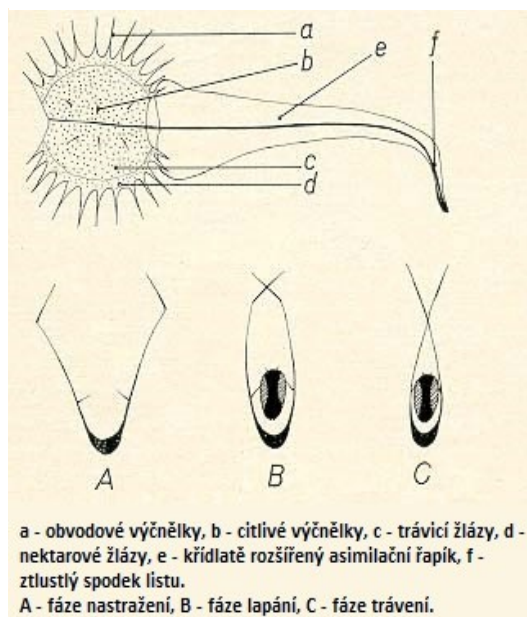
3.2.2.4 Mechanické sklapovací pasti

Tento typ pasti je mezi suchozemskými masožravými rostlinami opravdovým unikátem, proto tato past bývá často vyobrazována jako typický příklad přizpůsobení rostliny k lapání hmyzu. Kupodivu ale tato past až tak typická není, jelikož ji používají pouze dva druhy rostlin – mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*) a aldrovandka měchýřkatá (*Aldrovanda vesiculosa*)

Past vznikla přeměnou čepele listu a připomíná rozevřenou lasturu v úhlu asi 45°. Na okrajích každé poloviny čepele jsou špičaté výrůstky, které brání kořisti v úniku a při zaklapnutí pasti zapadají do sebe a tvoří jakousi klec, která se při dalším pohybu kořisti zavírá ještě více. (SCHNELL, 2002). Na vnitřním povrchu pasti se nachází vysoce citlivé chlupy, které při podráždění působí na změnu elektrického potenciálu vnitřní pokožky listové čepele a způsobí rychlé sevření čelistí. Čelisti se však sevrou až při několikanásobném podráždění na jednom nebo dvou chlupech v odstupu 2 až 20 sekund. Tímto způsobem se eliminuje šance zaklapnutí pastí např. při dešti (SLACK, 2001).

Za optimálních podmínek zaklapnou čelisti za 0,5 sekundy. Čím jsou listy mladší, tím rychleji se zavírají. I přes velkou rychlost zavření pasti je úspěšnost polapení živočichů v přírodních podmínkách poměrně malá. Za ideálního slunečního dne uloví kořist pouhá tři procenta pastí. Listy dokáží rozeznat, jestli byla do pasti chycena kořist, či ne. Pokud past sklápne na prázdno, otevře se během dvou dnů. Naopak, pokud byla kořist chycena, zůstávají čelisti sevřené i několik dní. Při trávení se vykloní výrůstky na okraji čepele směrem ven a vznikne ohyb, umožňující hermetické uzavření (STUDNIČKA, 1984).

Obrázek 4: Mechanická past mucholapky podivné



Zdroj: www.masozravky.com

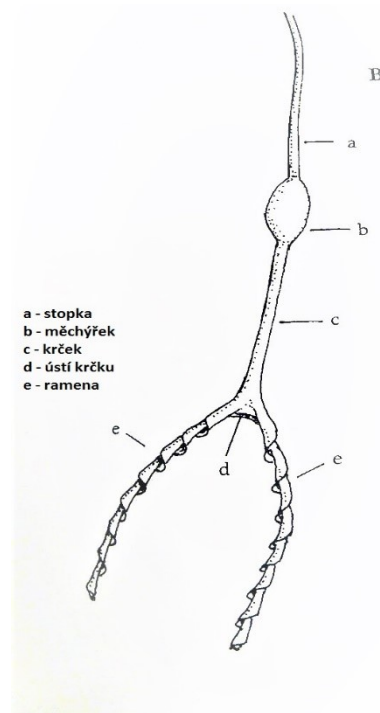
Největší zvláštností u těchto pastí je přenos mechanického vzruchu a samotné zavírání pastí. Každý citlivý chlup má totiž v dolní části takzvanou deformační zónu, ve které se deformují buňky při ohnutí chlupu. Toto namáhání buněk vede ke změně propustnosti buněčných membrán. Původní elektrický potenciál na membráně byl -80 mV, po podráždění se membrána přepíná do aktivovaného stavu, zastaví se propustnost pro draselné kationty a současně se rychle vyčerpají chloridové anionty z buněk. V buňkách vzniká tzv. akční potenciál, který má hodnotu +80 mV. Následně se z endoplazmatického retikula uvolní kationty vápníku a hořčíku, které fungují jako koenzymy enzymů, důležitých pro transport iontů přes membránu. Akční potenciál v podrážděných buňkách však nevydrží dlouho a brzy se znovu nastolí záporný potenciál. Obnovení původního potenciálu je důležité, aby buňka převést další mechanické podráždění na elektrický impuls. Tento proces je velmi rychlý, ale přece jen je o mnoho pomalejší než ten, který probíhá v živočišných neuronech (STUDNIČKA, 2006).

3.2.2.5 Detektivní pasti

Detektivní pasti se také jinak nazývají vrše, díky své podobnosti s rybářskou pastí nesoucí stejný název. Rybářská vrš se hojně využívá i k lovu humrů, proto se v anglické literatuře objevuje označení detektivních pastí jako „lobster pot“ v doslovném překladu „koš na humry“.

Tento typ pasti využívají hlavně rostliny rodu *Genlisea* a také výjimka mezi špirlicemi, špirlice papouščí (*Sarracenia psittacina*). Vrš u rostlin rodu *Genlisea* má podobu vřetenovitého až kulovitého měchýřku zavěšeného na dlouhé stopce. Ačkoliv past připomíná kořeny a nachází se pod zemí, stále se jedná pouze o modifikaci listu. U špirlice papouščí je past v podobně položené slepé chodby s mohutným křídlem na vnější straně (SLACK, 2001)

Obrázek 5: Detektivní past Genliseje



Zdroj: SLACK A., *Carnivorous Plants*, s.93

Takzvaný kořenový list, který tvoří samotnou past, má vodivý systém složený ze dvou cévních svazků. Uvnitř samotné pasti jsou uloženy trávicí žlázy složené z bočníkovité hlavičky, 4 až 8 paprscitě uspořádaných buněk a z nožky (jedna silnostěnná, tzv. endodermální buňka) a také žlázy, připomínající kávové zrno, které pravděpodobně hrají roli při vyčerpávání vody z krčku. Vyčerpáním vody získá rostlina prostor pro vzduch, který se dovnitř pasti dostane díky aerenchymu (parenchymatické pletivo s velkými mezibuněčnými prostory vyplněné vzduchem), který tvoří stěnu stopky i dalších dutých částí pasti (STUDNIČKA, 2007).

Hrdlo měchýřku je napojeno na takzvaný krček, jenž je vystlán tuhými chlupy, které směřují k měchýřku. Tyto chlupy brání kořisti v úniku z pasti. Po stranách ústí krčku vyrůstají dva šroubovicovitě vinuté, duté a uvnitř ochlupené výběžky – ramena, která obsahují otvory, zvyšující pravděpodobnost vniknutí kořisti. Vzdálenost závitů

udržují tzv. distanční trojbuněčné chlupy tak, aby odolávaly okolnímu tlaku půdy (SLACK, 2001).

3.2.3 Trávení kořisti

Trávení kořisti masožravých rostlin podrobně popsal již Darwin v roce 1875 ve své knize *Insectivorous plants*. Ke svým pokusům používal zejména rosnatky, konkrétně rosnatku okrouhlostou (*Drosera rotundifolia*). Důležité bylo zjištění, že trávicí šťávy masožravých rostlin obsahují mnoho shodných látek s trávicími šťávami živočichů. Na rozdíl od živočichů však rostliny nemají možnost mechanického zpracování potravy. Zkoumání trávení masožravých rostlin je přesto poměrně náročné, jelikož jsou velice náchylné k mechanickému poškození i změně prostředí a následný „šok“ se může projevit zvláště útlumem trávení.

Samotné zpracování kořisti probíhá nejprve jejím ovlhčením, případně úplným zaplavením trávicí šťávou, která proniká do těla kořisti a rozkládá její měkké části. K rozkladu mnohdy pomáhají bakterie, či nižší houby žijící v pastech rostlin. Jakmile je kořist dostatečně rozložena na látky s menšími molekulami, začíná vstřebávání natrávených látek. Díky vysokému obsahu jednoduchých cukrů v buňkách žláz může pronikat roztok s živinami do buněk žláz na základě rozdílného osmotického tlaku. Tento proces se nazývá osmóza (STUDNIČKA, 1984).

Trávicí šťávy bývají produkovány trávicími žlázami, které mohou mít různou podobu. Obvykle se jedná o jednoduché buňky vzniklé přeměnou pokožkových buněk. Zajímavé a složité trávicí žlázy mají například rosnatky (*Drosera*) nebo rosnolist (*Drosophyllum*). Mají podobu speciálních výčnělků, do nichž odbočuje i cévní systém, tudíž se mohou natrávené látky rychle transportovat do míst, kde jsou potřeba. Další jejich zvláštností je závislost produkce trávicích šťáv na dotyku kořisti. Pokud je kořist ještě živá a hýbe se, iniciuje zvýšenou produkci enzymů, a dokonce může způsobit i pohyb tentakulí, který zajistí přesun kořisti do středu listu, kde je vyšší koncentrace žláz (DARWIN, 1876). Naopak existují také masožravé rostliny, které nemají trávicí žlázy vůbec. Typickým příkladem je darlingtonie, která zajišťuje trávení i vstřebávání látek pouze buňkami vnitřní pokožky láčky (STUDNIČKA, 1984).

Životnost trávicích žláz je stejně různorodá jako jejich podoba. Obvykle jsou žlázy uzpůsobeny na jednorázové použití. Například u tučnic (*Pinguicula*) mohou žlázy vyloučit trávicí enzymy pouze jednou, rosnatky pak mohou žlázy využít nejvýše třikrát (DARWIN, 1876). Nízká životnost trávicích žláz má za následek také nízkou životnost pastí, proto například darlingtonie, která v podstatě nemá trávicí žlázy, má nejvytrvalejší pasti.

Trávení může být zajišťováno buď trávicími žlázami nebo také symbiotickými bakteriemi (*Bacillus cereus*) např. u darlingtonie, či symbiotickými houbami u rodu *Byblis*. Symbiotické bakterie žijí téměř na všech masožravých rostlinách, ale velký význam při trávení kořisti mají jen u rostlin, které nevylučují takřka žádné trávicí šťávy (STUDNIČKA, 2006). Množství bakterií v láčkách láčkovek (*Nepenthes*) je podle CLARKa, (1997) přímo úměrné stáří láčky. U mladších láček byl zjištěn nižší obsah bakterií než u láček starších. Důvodem je rozdílné pH, kyselější prostředí totiž omezuje aktivitu a množení bakterií. Rozdílnou kyselost prostředí v pastech najdeme i mezi různými druhy. Například *Nepenthes gracilis* má rozmezí pH 1,90-6,30 a průměrná kyselost bývá okolo 2,5. Naopak rozmezí u *Nepenthes bicalcarata* je mnohem menší: 3,50-5,90 s průměrným pH kolem 4,3. Proto se dá odhadnout, že *Nepenthes bicalcarata* bude mít v lácce mnohem více bakterií než *Nepenthes gracilis*, jelikož poskytuje bakteriím mnohem lepší prostředí.

Samotný rozklad kořisti bývá obvykle zajištěn různými trávicími enzymy. Enzymy jsou poměrně nestabilní bílkoviny, které mají takzvanou biokatalytickou funkci, tedy mohou urychlovat reakce látek. Konkrétně u masožravých rostlin urychlují rozklad složitých látek kořisti, který by proběhl i bez enzymů, ale trval by mnohem déle. Názvosloví enzymů bylo dříve poměrně chaotické a pojmenovávaly se buď podle místa výskytu, nebo funkcí a měly koncovky „-in“. Podle starého názvosloví byl pojmenován např. pepsin, či ptyalin. Nové názvosloví souvisí s tím, co daný enzym dělá a používají se koncovky „-áza“. Příkladem může být proteáza, která štěpí bílkoviny (proteiny) nebo lipáza, štěpící tuky (lipidy) (VODRÁŽKA, 1996)

Konkrétní složení enzymů v trávicí šťávě je u každého rodu, někdy i druhu rozdílné. Základní čtyři enzymy obsažené v pastích masožravých rostlin jsou: proteáza (štěpení bílkovin), glykosidáza (štěpení polysacharidů), esteráza (štěpení tuků) a fosfatáza (štěpení fosforylovaných sloučenin) (STUDNIČKA, 2006). Kromě těchto klasických enzymů, které jsou obsaženy i v trávicích šťávách člověka, byly objeveny i enzymy specifické pro masožravé rostliny. Např. u láčkovek (*Nepenthes*) byla objevena velmi silná proteáza, která byla pojmenována nepenthesin. Podobné proteázy byly objeveny také u láčkovic (*Cephalotus*), mucholapek (*Dionaea*) a rosnatek (*Drosera*), které dostaly názvy stejným způsobem, tedy cephalotusin, dionaeasin a droserasin (CLARKE, 1997).

Tabulka 1: Enzymy rostlinného původu v pastech masožravých rostlin

Vysvětlivky: přítomnost enzymu: +; nepřítomnost enzymu: - ; pravděpodobný předpoklad: (?); stopové množství: +-
+-

ENZYMY:	PROTEÁZA	GLYKOSIDÁZA	ESTERÁZA	FOSFATÁZA
Účinek na:	bílkoviny	polysacharidy	tuky	fosforyl. slouč.
<i>Aldrovanda</i>	+	+	+	+
<i>Brocchinia</i>	- (?)	- (?)	- (?)	- (?)
<i>Byblis</i>	-	-	-	-
<i>Catopsis</i>	- (?)	- (?)	- (?)	- (?)
<i>Cephalotus</i>	+	-	+	+
<i>Darlingtonia</i>	+-	+-	-	-
<i>Dionaea</i>	+	+	+	+
<i>Drosera</i>	+	-	+	+
<i>Drosophyllum</i>	+	-	+	+
<i>Genlisea</i>	+	+	+	+
<i>Heliamphora</i>	- (?)	- (?)	- (?)	- (?)
<i>Nepenthes</i>	+	-	+	+

<i>Pinguicula</i>	+	+	+	+
<i>Sarracenia</i>	+	+	+	+
<i>Triphyophyllum</i>	+	- (?)	+	+ (?)
<i>Utricularia</i>	+	+ (?)	+	+

Zdroj: STUDNIČKA, M., *Masožravé rostliny*, s.17

Kořist slouží masožravým rostlinám jako zdroj prvků, kterých je nedostatečné množství v půdě, ve které rostou. Jedná se hlavně o dusík a fosfor, jejichž obvyklý nedostatek je hlavním důvodem masožravosti rostlin. Pokud by měla rostlina hradit veškerou svou spotřebu dusíku a fosforu pouze z kořisti, bylo by potřeba zpracovat hmyz o hmotnosti přibližně 1/3 celkové hmotnosti rostliny. Naštěstí bere rostlina většinu živin z půdy a vody, tudíž ji stačí daleko menší množství kořisti (SCHNELL, 2002). Kromě dusíku a fosforu může rostlina přijmout i další prvky jako hořčík, vápník a draslík, které bývají dostatečně čerpány z půdy či vody. Dalším přijímaným prvkem je uhlík. Rostliny jej získávají normálně ze vzduchu, tudíž je jeho příjem z kořisti takřka nepotřebný, jelikož se nedá tak snadno zapojit do fotosyntézy, jako ten vzdušný z oxidu uhličitého (STUDNIČKA, 2006).

3.3 Přehled jednotlivých rodů masožravých rostlin

V této části jsou uvedeny všechny rody, u kterých byla prokázána pravá masožravost. Jelikož některé rody obsahují mnoho druhů masožravých rostlin, provedl jsem výběr těch didakticky nejzajímavějších nebo pro daný rod nejtypičtějších druhů, případně druhů, které se významně odlišují od běžných druhů.

3.3.1 Aldrovandka (*Aldrovanda*)

Aldrovanda je rod masožravých rostlin z čeledi rosnatkovitých (*Droseraceae*), který je zastoupen pouze jedním druhem, aldrovandkou měchýřkatou (*Aldrovanda vesiculosa*). První zmínka o této rostlině pochází již ze 17. století z Indie. Pojmenována byla podle italského přírodovědce U. Aldrovandiho (ŠVARC, 2003).

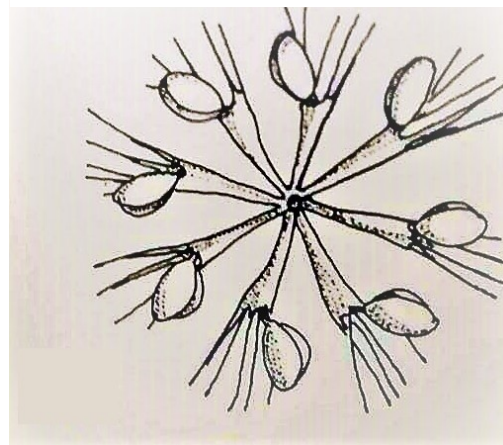
3.3.1.1 Aldrovandka měchýřkatá (*Aldrovanda vesiculosa*)

Aldrovandka měchýřkatá je jediným vodním zástupcem čeledi rosnatkovitých (Droseraceae). Rostlina plave na vodní hladině a nemá žádný kořenový systém, stejně jako některé bublinatky (*Utricularia*). Na rozdíl od bublinatek má aldrovandka úplně jiný lapací systém, podobný spíše pastem mucholapek (*Dionaea*), tedy mechanické sklapovací pasti, které však u aldrovandky mohou sklapnout jen jednou (STUDNIČKA, 2006).

Tato bezkořenná bylina má tenkou dužnatou, až 20 cm dlouhou lodyhu, z které vyrůstají listy v přeslenech po 7-10, přirostlé k bázi (ZAMAN a kol., 2011). Denně přirostou jeden až dva přesleny a na zestárlém konci lodyhy zase stejný počet odehnívá. Pokud teplota klesne pod 16 °C, tento rychlý růst se zastavuje a vzrostný vrchol se přemění ve štětičkovitý přezimující pupen neboli turion. Poté dokáže přežít i zamrznutí. (STUDNIČKA, 2006).

Listy jsou složeny ze sklapovacích čepelí škeblovitého tvaru velkých přibližně 4 mm, které jsou uzpůsobeny k lapání vodních organismů. Čepele přirůstají tenkým spojem k řapíku, který je rozšířen v asimilační plochu. V místě srůstu je čepel vyztužena několika anténovitými výčnělky. Řapík má v pletivech dutinky naplněné vzduchem, které pomáhají nadnášet rostlinu ve vodním sloupci (ZAMAN a kol., 2011).

Obrázek 6: Listový přeslen aldrovandky



Zdroj: SLACK A., *Carnivorous Plants*, s.161

Aldrovandka kvete v Evropských podmínkách většinou v srpnu samostatnými bílými květy, které vyčnívají na krátké stopce nad vodu. Jsou pětičetné s pěti tyčinkami, které obklopují kulovitý semeník, z kterého vychází pět stylodií (SLACK, 2001). Z květu vzniká tobolka, ve které jsou uložena leskle černá vejčitá semena o velikosti asi 1,4 mm (ŠVARC, 2003).

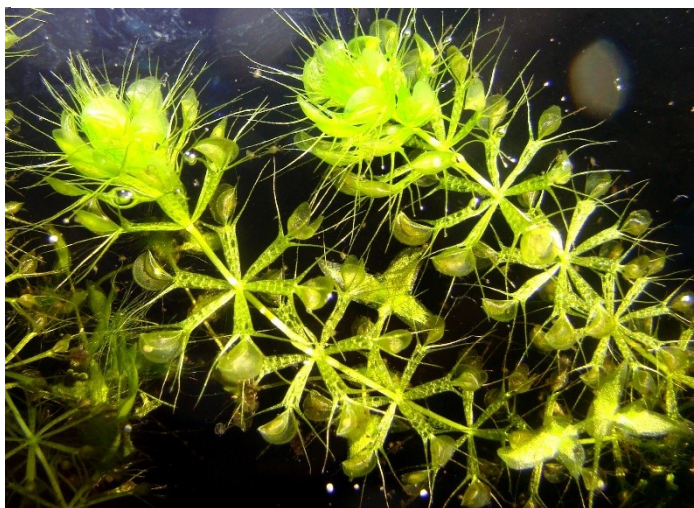
Rozmnožování probíhá buď generativně semeny, nebo vegetativními částmi, které jsou přenášeny na nohách, či peří vodních ptáků. Vegetativní rozmnožování je mnohem

častější, neboť semena se tvoří jen v subtropických a tropických podmínkách, v mírném pásu jen za obzvláště horkých let (STUDNIČKA, 2006).

Areál výskytu aldrovandky měchýřkaté je obrovský, ale řidce rozptýlený. Najdeme ji v Evropě, Asii, Africe i

Obrázek 7: Aldrovandka měchýřkatá (*Aldrovanda vesiculosa*)

severní Australii. Také v ČR je uváděna v botanických klíčích, jelikož byla objevena na Karvinsku, toto naleziště však bylo zdevastováno a nyní se aldrovandka vyskytuje pouze v jižních Čechách, jako introdukovaný druh. Zajímavé je, že ačkoliv je pro tuto rostlinu potřeba



Zdroj: www.biolib.cz

velmi teplá voda, většina Evropských nalezišť leží severně od ČR – na Ukrajině, v Polsku nebo u Ladožského jezera v Rusku. Díky této anomálii se uvažuje, zda se nejedná o dva rozdílné druhy (STUDNIČKA, 2006).

3.3.2 Byblidy (*Byblis*)

Rostliny rodu *Byblis* se vyskytují pouze na australském kontinentu, hlavně v severní části. Nejvíce se jim daří na mokřinách a slaništích v kyselých, silně písčitých nebo humózních půdách. Poprvé byly popsány anglickým botanikem Salisburym roku 1808, do samostatné čeledi *Byblidaceae* je však zařadil český botanik Karel Domin až mnohem později (ŠVARC, 2003). Původně tento rod obsahoval pouze dva druhy – *Byblis liniflora* a *Byblis gigantea*, později botanici Lowrie a Conran popsali další druhy – *Byblis rorida*, *Byblis filifolia* a *Byblis aquatica* (STUDNIČKA, 2006). Nově přidané druhy se liší pouze v detailech, proto zde popíšeme pouze dva základní druhy, *Byblis gigantea* a *Byblis liniflora*.

Byblidy patří mezi masožravé rostliny, které využívají pasivní adhezivní pasti, tedy vyměšují lepkavý sekret, na který lákají a lapají hmyz. Díky tomu byly dříve mylně považovány za rosnatky. Charakteristickým znakem byblid jsou úzké čárkované listy,

zakončené kyjovitým výčnělkem, které jsou napojené na cévní systém. Listy mohou být až 30 centimetrů dlouhé a jsou na průřezu trojúhelníkovité. Když jsou zralé, svírají ostrý úhel se stonkem, tedy spodní strana listu je vystavena více než svrchní. Proto je také spodní strana listů pokryta sekrečními žlázami a je přizpůsobena k lapání kořisti. Na svrchní straně listů žlázy úplně chybí. Zajímavostí je, že žlázami jsou pokryty i stonky, květní stopky a kališní lístky, proto je tato rostlina v angličtině nazývána „The Rainbow Plant“, tedy „duhová rostlina“. Díky vysokému množství lepkavého sekretu mohou polapit velké množství hmyzu, který obvykle pokrývá celou rostlinu (SLACK, 2001).

Kořenový systém je velice chabý a dokáže přijímat vodu pouze z velmi vlhké půdy, proto je pro růst byblid potřeba vysoká půdní vlhkost. Na druhou stranu kořenový systém velmi dobře regeneruje, proto je možné přesazování a řízkování, což ocení zejména pěstitelé (STUDNIČKA, 2006)

Kvetení probíhá od jara do podzimu velkým počtem pravidelných, pětičetných, modrofialových květů, vyrůstajících jednotlivě na žlázami pokrytých stopkách. Barva i velikost květů se liší v závislosti na druhu (ŠVARC, 2003). Plodem byblid jsou zakulacené tobolky, pukající na dvě poloviny. Uvnitř je několik desítek černých, makovitých semen. Semena mají u některých druhů schopnost dormance, která je překonávána buď časem (*Byblis liniflora*), nebo účinkem přirozeného požáru, uměle i fytohormonem giberelátem (*Byblis gigantea*).

3.3.2.1 Byblis lněnokvětá (*Byblis liniflora*)

Tento jednoletý druh má široký areál na severu Austrálie, v tropickém pásu. Najdeme ho na prosluněných mokřadech, období sucha přežívá pomocí semen. Samotná rostlina je oproti *Byblis gigantea* poměrně malá, zřídka přesahuje 28 centimetrů (SLACK, 2001).

Květy se otevírají pouze při oslnění, proto při nepříznivém počasí, kdy je zatažená obloha dochází k samoopylení (kleistogamii) už v neotevřených poupatech. Pokud otevřené květy nebyly opyleny hmyzem, dochází taktéž k samoopylení, kdy se blizna na dlouhé čnělce přikloní k protistojným tyčinkám. V poupěti je však systém samoopylení odlišný, tam se k blizně přiklání dvě postranní tyčinky (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 8: *Byblis liniflora*



Zdroj: <http://coloradocarnivorousplantsociety.com>

3.3.2.2 Byblis obrovská (*Byblis gigantea*)

Australský endemit *Byblis gigantea* je zařazen na seznam kriticky ohrožených druhů. Vyskytuje se na dvou oblastech v okolí města Perth v jihozápadní Austrálii, nejspíš se jedná o pozůstatek mnohem většího areálu (CROSS a kol., 2013). Růst rostliny začíná obvykle během zimních dešťů, kdy se objeví

Obrázek 9: *Byblis gigantea*



Zdroj: <http://www.flytrapcare.com/>

výhonky ze zdřevnatělého stonku. Růst pokračuje velmi rychle a rostlina může dosahovat výšky až 60, STUDNIČKA, (2006) uvádí až 70 centimetrů. Této výšky dosáhne během jara ještě předtím, než se zem vysuší vlivem horkého léta. Sucho má za následek pozastavení růstu a následné uhynutí výhonků. Rostlina zůstává dormantní až do počátku zimních dešťů (SLACK, 2001).

Květy byblis obrovské bývají až 2 centimetry velké, fialové, vzácně bílé. K uvolnění pylu jsou potřeba poměrně velké vibrace, proto je opylení obstaráváno velkým hmyzem. Po opylení vzniká tobolka, obalená sevřeným kalichem (STUDNIČKA,

2006). Tobolka ve volné přírodě puká následkem požáru, který je v jihozápadní části Austrálie poměrně častý. Stejně tak semena klíčí až po sežehnutí požárem, pěstitelé k vyvolání klíčení obvykle používají vodný roztok giberelátu draselného. Byblis je tedy typickým příkladem tzv. pyrofyta (CROSS a kol., 2013).

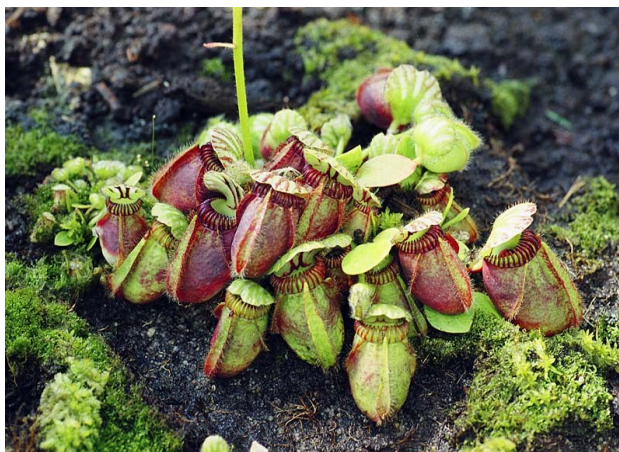
3.3.3 Láčkovice (*Cephalotus*)

Láčkovice je rod masožravých rostlin, který obsahuje pouze jeden druh – láčkovici australskou (*Cephalotus follicularis*), která je zároveň jediným zástupcem čeledi *Cephalotaceae*, nejbližší příbuzná čeledím *Crassulaceae* (tlusticovité) a *Saxifragaceae* (lomikamenovité) (STUDNIČKA, 2007).

3.3.3.1 Láčkovice australská (*Cephalotus follicularis*)

Láčkovice australská je endemitem nejjižnějšího pobřeží jihozápadní Austrálie, kde se kromě této rostliny nachází mnoho dalších rostlinných druhů, často i masožravých, z nichž je 82 % endemitů. Samotná láčkovice je vysoce specializovaný a izolovaný vývojový typ, kterému se nejvíce daří v porostu trav a nízkých keřů, v zastíněných, celoročně vlhkých až bažinatých a kyselých půdách s vysokým podílem organického materiálu. Typický je růst v trsech (STUDNIČKA, 2007).

Obrázek 10: Láčkovice australská (*Cephalotus follicularis*)



Zdroj: <http://www.botaniliberec.cz/>

Tato malá přízemní trvalka je heterofylní, tedy má dva typy listů rozlišené na fotosyntetické listy a listy přeměněné na gravitační past určenou pro chytání kořisti. Na jaře převládají listy nemasožravé, specializované na fotosyntézu a v průběhu léta začínají naopak převládat listy přeměněné na láčky (PAVLOVIČ, 2011). Samotné láčky, které se na slunci zbarvují do ruda, připomínají pasti láčkovek (*Nepenthes*). Jsou 4-9 centimetrů velké a na víčku se mnohdy nachází průsvitná okénka – fenestrace. Létající hmyz je lákán na pestrobarevné zbarvení víčka, kdežto lezoucí hmyz je do pasti

naváděn chlupatými lištami vedoucích po vnějších stranách láčky (ŠVARC, 2003). Lodyha je zkrácená, větvená a v zemi přechází v oddenek. Kořeny jsou tlusté, rozvětvené a nepříliš rozsáhlé (STUDNÍČKA, 2006).

Květy bývají velmi nenápadné, přibližně 3 milimetry velké. Nemají korunní lístky, jen šest lístků kališních, které jsou zeleno-bílé. Květy tvoří malé květenství, která vyrůstají na konci dlouhého stvolu, který často dosahuje až 60 centimetrů (SLACK, 2001). Vzniklé plodenství se na vysokém stvolu velmi snadno rozkývá a může docházet k rozsévání 2-3 mm velkých, semen (tzv. boleoautochorie) (STUDNÍČKA, 2006).

3.3.4 Darlingtonie (*Darlingtonia*)

Tento rod masožravých rostlin byl objeven v roce 1841 na úbočí hory Mt. Shasta v Kalifornii a byl pojmenován podle botanika Darlingtona. Jelikož už existovaly jiné rody pojmenované podle Darlingtona, musel být tento rod přejmenován na *Chrysamphora*, ale původní jméno *Darlingtonia* bylo již zažité, tak se v roce 1954 vrátil tento původní název. Celý rod je zastoupen jedním druhem – darlingtonií kalifornskou (*Darlingtonia californica*) a patří do čeledi špirlicovitých (*Sarraceniaceae*) (ŠVARC, 2003).

3.3.4.1 Darlingtonie kalifornská (*Darlingtonia californica*)

Darlingtonia californica je endemitem v Kalifornii a v jihozápadní části Oregonu. Mezi těmito státy vytváří asi 160 kilometrů dlouhý pás u pobřeží od Roseburgu (Oregon) až k Santa Rosa (severní Kalifornie) (ŠVARC, 2003). Darlingtonie nejčastěji rostou na ultrabazických skalách a hadcových půdách, pro které je typický nedostatek živin (SCHNELL, 2002).

Obrázek 11: Darlingtonie kalifornská (*Darlingtonia californica*)

Tato masožravá trvalka je nezemělitelná svými 50-100 centimetrů vysokými láčkami, které vznikají přeměnou listů. Pasti mohou být dvojího typu, buď vysoké a vzpřímené, nebo menší, poléhavé. Listy jsou produkovány každé 2-4 týdny a mají životnost maximálně 6 měsíců (ELLISON a kol., 2005). Tvarem láček velmi připomínají špirlice (*Sarracenia*), shodným znakem je však pouze trubicovitý tvar láčky. Darlingtonie mají na rozdíl od špirlic úzké křídlo v podobě lišty, které se od země obtáčí kolem pasti (STUDNIČKA, 2006).



Zdroj: <https://commons.wikimedia.org>

Dalším rozdílným znakem je téměř kulovitá „kapuce“, v kterou je past prodloužena. Na této manžetě se nachází mnoho průsvitných okének (fenestrací). Otvor, kterým se hmyz dostává dovnitř pasti, se nachází u základny této „kapuce“ a je orientován směrem dolů. Z okraje ústí visí rozdvojený přívěsek, připomínající rybí ocas, nebo hadí jazyk (odtud anglický název „cobra lily“ nebo „cobra plant“). Na přívěsku a na křídle jsou koncentrovány nektarové žlázy (ELLISON a kol., 2005). Vnitřek trubice je hustě

porostlý chloupky, směřujícími ke spodní části, proto je pro hmyz prakticky nemožné dostat se ven (ŠVARC, 2003).

Složení lapané kořisti se mění v závislosti na ročním období. Na jaře jsou nejčastěji loveni mravenci či pavouci, létající hmyz se v potravě objevuje až od června současně s malými plži. Na podzim se přidávají hlavně motýli a mûry, které mají v tomto období tendenci vyhledávat úkryty. Trávení kořisti je závislé na symbiotických bakteriích, které vylučují exoenzymy a rozkládají kořist darlingtonií. Samotná rostlina nevylučuje žádné trávicí, enzymy, jen vodu, která vytváří ideální prostředí pro bakterie (STUDNIČKA, 2006).

Kvetení probíhá na jaře. Květy jsou nesené na dlouhých stoncích, které jsou pokryty narůžovělými listeny. Pětice jazykovitých, bledě zelených kališních lístků je větší než lístky korunní. Korunních lístků je také pět, ale jsou karmínově červené s náznaky žlutozelené

Obrázek 12: Květ darlingtonie kalifornské



Zdroj: <http://www.floristtaxonomy.com/>

barvy. Když se kališní lístky otevřou, korunní lístky zůstávají pevně sevřené a podobají se poupěti (SLACK, 2001). Každý korunní plátek má po stranách vroubky, takže do vzniklé „baňky“ vede pět otvorů. Uvnitř se nachází pestík srostlý z pěti plodolistů a 15 tyčinek (STUDNIČKA, 2006). Otvory v „baňce“ nejspíš zpřístupňují květ pro opylovače. Konkrétní způsoby opylení ještě nejsou zcela prozkoumány, ale pravděpodobně převažuje samoopylení (SCHNELL, 2002). Po oplození se v semeníku vytváří větší počet semen. Semena jsou hnědá s osemením pokrytým výrůstkem a velmi dobře plavou na vodní hladině (ŠVARC, 2003).

3.3.5 Mucholapka (*Dionaea*)

Mucholapka (*Dionaea*) je rod z čeledi rosnatkovitých (Droseraceae) vyskytující se v Severní Americe, který je zastoupen jedním druhem, mucholapkou podivnou (*Dionaea muscipula*). Byl objeven guvernérem Severní Karolíny, Arthurem Dobbsem,

který mucholapku v roce 1763 přirovnal k ocelovým železům na lov lišek (ŠVARC, 2003). Latinský název *Dionaea* připomíná matku antické bohyně Afrodity – Dione, která bývá ztotožňována s Venuší, proto se v Americe používá pro mucholapku název „Venus flytrap“.

3.3.5.1 Mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*)

Mucholapka podivná bývá často označována jako typický příklad masožravých rostlin. Svým vzhledem i způsobem lapání kořisti je v rostlinné říši jedinečná. Mnohými autory je považována za nejúžasnější rostlinu na světě.

Areál rozšíření této rostliny je poměrně omezený. Vyskytuje se pouze v oblasti subtropických močálů při pobřeží Severní a Jižní Karolíny. Nalezišť postupně ubývá, navzdory tomu, že byla objevena nová, geograficky oddělená populace na severní Floridě, která je nedávným přirozeným či umělým výsadkem (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 13: Mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*)

Tato vytrvalá a vlhkomilná rostlina s černými vláknitými kořeny, které vyrůstají z malé hlízky, která je složena ze zduřelých bází řapíků listů. Tento útvar pomáhá rostlině přežít nepříznivé podmínky (vyschnutí, požáry vegetace, zimní období).



Zdroj: <http://www.carnivoras.com.br>

Listy vyrůstající z hlízky

jsou složeny z rozšiřujícího se řapíku a lapací čepele. Obvykle jsou položeny na substrátu, nebo jsou v různých úhlech zvednuté. Řapík bývá 12 centimetrů dlouhý a lapací čepel 4 centimetry (SCHNELL, 2002). Samotná past je postavena na principu mechanické sklapovací pasti, tedy je složena ze dvou polovin, které spolu svírají úhel asi 45° a z každé poloviny vyrůstají výčnělky (15-20), které do sebe při zaklapnutí zapadají. Z vnitřní strany pasti vyrůstají drobné chloupky, které při několikanásobném

podráždění iniciují zaklapnutí pasti. Na vnitřní straně můžeme také nalézt mikroskopické trávicí žlázy (SLACK, 2001). Past i přes rychlé zaklapnutí (0,5 sekundy) pochyť jen velmi málo kořisti, pouhá tři procenta pastí za den chytí nějakou potravu. (STUDNIČKA, 2006).

Květy jsou bílé, pětičetné, asi 2 cm velké a vyrůstají na koncích asi 20-30 centimetrových stvolů. Květy neopadávají, jen se při odkvětu zkroutí a zvadnou. Milimetrová lesklá černá semena dozrávají v zelených tobolkách (STUDNIČKA, 2007).

Mucholapky podivné jsou vyšlechtěné do několika forem. Přírozená varianta má zelené listy, které se na slunci barví do ruda. Vyšlechtěné formy mohou být stálezelené či stálečervené a mohou mít částečně srostlé miskovité pasti (SCHNELL, 2002).

3.3.6 Rosnatka (*Drosera*)

Rod *Drosera* je nejpočetnější (přes 170 druhů) a velmi různorodá skupina rostlinných druhů, mezi kterými se vyskytuje několik odlišných vývojových typů. Odlišnost jednotlivých druhů spočívá v ekologických nárocích, životních formách či v morfologických znacích. Společný znak všech druhů jsou lapací orgány, které fungují na principu adhezních pastí, tedy mají listy pokryté žláznatými výčnělky, tzv. tentakulemi, které vylučují lepkavý sliz, který na povrchu listů připomíná kapičky rosy, odtud český název rosnatka (ŠVARC, 2003). Tentakule na listech rosnatky fungují mnohdy rozličně. Podle vzhledu se rozlišují na tentakule diskální, které jsou na ploše čepele, tentakule marginální, vyskytující se na okrajích listů a tentakule interzonální, vyrůstající za marginálními. Každý z těchto tří typů má rozlišnou funkci. Marginální tentakule se po podráždění sklánějí ke středu čepele a mají za úkol fixovat kořist na místě a případně ji posunout blíže k trávicím žlázám (diskálním tentakulím). Interzonální tentakule fungují jako jakýsi čichový orgán, který zjišťuje, zda je polapená kořist stravitelná (STUDNIČKA, 2006).

Samotné trávení kořisti začíná proniknutím lepkavé trávicí šťávy do všech otvorů v kutikule hmyzu a proteázy obsažené v této šťávě začínají štěpit bílkoviny uvnitř kořisti (DARWIN, 1876).

První zmínka o tomto rodu pochází již z poloviny 17. století, ale jejich masožravost byla dokázána až Charlesem Darwinem na začátku 19. století na rosnatce okrouhloolisté (*Drosera rotundifolia*) (ŠVARC, 2003).

3.3.6.1 Rosnatka okrouhloolistá (*Drosera rotundifolia*)

Rosnatka okrouhloolistá (*Drosera rotundifolia*) patří mezi nejznámější a nejprozkoumanější rosnatky a ze tří druhů rosnatek vyskytujících se v České republice (*Drosera rotundifolia*, *Drosera anglica*, *Drosera intermedia*) je nejrozšířenější. Stejně jako ostatní druhy rosnatek u nás je rosnatka okrouhloolistá zákonem chráněna a v přírodě se nesmí sbírat ani semena. Její areál je tzv. cirkumpolární, najdeme ji v arktickém a mírném pásu Starého i Nového světa. Vyhýbá se jen nejteplejším územím. Nejčastěji ji nalezneme v horách, na rašeliništích, slatiništích a slatinných loukách. Často roste epifyticky na rašeliníku (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 14: Rosnatka okrouhloolistá (*Drosera rotundifolia*)



Zdroj: <https://www.asturnatura.com>

Tato malá vytrvalá bylina se štíhlým stonkem, obklopeným růžicí zelených okrouhlých listů s červenými tentakulemi kvete uprostřed léta bílými až růžovými květy na dlouhých stvolech. Květ se otevírá přes den a bývá opylen hmyzem nebo se samoopyluje při večerním zavírání květu. Semena jsou drobná, protáhlá a jsou přenášena větrem, případně vodou. Kořenový systém je omezený a na zimu odumírá (u všech evropských rosnatek). Zimu přečkávají v dormantním stavu pomocí přezimovacího pupene na povrchu substrátu. Uprostřed jara pak začínají rašit nové listy po probuzení z dormantního stavu (STEWART a kol., 1992).

3.3.6.2 Rosnatka dvojité (Drosera binata)

Rosnatka dvojité (*Drosera binata*) byla poprvé popsána v roce 1808 francouzským botanikem Sabilardierem. Areál výskytu této rosnatky je omezen na Austrálii, Nový Zéland a Tasmánii. Ačkoliv v Austrálii musí odolávat suchým obdobím, nemá na rozdíl od jiných druhů žádné adaptace na sucho (GILBERT, 1984).

V celém rodu *Drosera* nemá rosnatka dvojité v podstatě žádné blízké příbuzenstvo, všem ostatním druhům je vývojově vzdálená. Na rozdíl od Evropských rosnatek přečkává zimu hluboko zakořeněná v substrátu černými drátovitými kořeny, pokud je

Obrázek 15: Rosnatka dvojité (*Drosera binata*)



Zdroj: <http://cpphotofinder.com>

přezimující pupen zničen např. častými požáry, rostlina může regenerovat z kořenů. V přírodě se vyskytuje v několika formách, ale všechny formy mají úzké vidličnaté listy, které se mohou dělit do několika větví. Toto větvení je typické právě pro rosnatku dvojitou (STUDNÍČKA, 2006).

Květy jsou obvykle bílé, někdy narůžovělé spojené do mnohokvětých hroznů, které se mohou dvojité až trojitě větvit (SLACK, 2001).

3.3.6.3 Rosnatka velkolepá (*Drosera magnifica*)

Rosnatka velkolepá (*Drosera magnifica*) je nově objevený mikroendemický druh rosnatky. Je známá svým objevením na Facebooku. V roce 2012 byla zveřejněna fotografie nápadně velké rosnatky z Brazílské hory Pico Padre Ângelo, která je jediným místem výskytu této rosnatky. O rok později tuto rostlinu popsal Paulo Gonella a ihned poté byla zařazena na Červený seznam IUCN a mezi kriticky ohrožené druhy v Brazílii (GONELLA a kol., 2015).

Velmi dobře vyvinutý stonek této vytrvalé byliny se na vrcholu může větvit a v bazální části stonku jsou výhonky, které jsou obvykle pokryty spadáním listů. Kořeny jsou černé a dužnaté s hustým kořenovým vlášením. Listová růžice obsahuje 7-18 aktivních zelených listů dorůstajících délky až 24 centimetrů. Listy jsou čárkovitě kopinaté se špičatým vrcholkem, hustě pokryté tentakulemi. Růžovo-červené pětičetné květy s pěti tyčinkami a třemi pestíky vyrůstají v květenstvích na konci dutého stvolu dlouhého až 35 centimetrů. Tmavě hnědá vřetenovitá semena jsou uzavřena v suché tobolce (GONELLA a kol., 2015).

Obrázek 16: Rosnatka velkolepá (*Drosera magnifica*)



Zdroj: <https://en.wikipedia.org>

3.3.7 Rosnolist (*Drosophyllum*)

Rod rosnolist (*Drosophyllum*) patří do čeledi rosnatkovitých (*Droseraceae*) je zastoupen pouze jedním druhem, rosnolistem lusitánským (*Drosophyllum lusitanicum*), jehož výskyt je omezen na západ Španělska, Portugalsko a Maroko.

Zvláštností je výskyt na suchých půdách, což rosnolist výrazně odlišuje od většiny masožravých rostlin, které mají raději vlhkou půdu (CORREIA a kol., 2002).

3.3.7.1 Rosnolist lusitánský (*Drosophyllum lusitanicum*)

Tato rostlina, často označována jako polokeř dorůstá délky až 90 centimetrů, lodyhy časem dřevnatí a mohou se větvit na několik vrcholů. Kořenový systém má velmi malou regenerační schopnost, proto jsou náchylné na přemokření nebo naopak vyschnutí substrátu (CORREIA a kol., 2002).

Strategie odchyty kořisti spočívá podobně jako u rosnatek na adhezivním způsobu odchyty kořisti, který je zprostředkován až přes 20 centimetrů dlouhými jehlicovitými, tuhými listy. Po odumření listy zůstávají na rostlině. Na listech se nachází lepkavé žlázy napojené na cévní

Obrázek 17: Rosnolist lusitánský (*Drosophyllum lusitanicum*)



Zdroj: <https://commons.wikimedia.org>

systém. Stopkaté nepohyblivé žlázy se nachází hlavně na spodní straně listů a na okrajích. Svrchní strana listu zůstává nelepkavá. Žlázy neustále vylučují sekret, který často až odkapává z listů a také nasládlou vůni, kterou může vnímat i člověk. Mezi stopkatými žlázami se nachází bochánkovité přisedlé trávicí žlázy, které se aktivují až po polapení hmyzu (STUDNIČKA, 2006).

Žluté květy v květenstvích typu chocholík se objevují na jaře u rostlin alespoň dvouletých. Černá semena dozrávají v průhledných tobolkách a klíčí v prosinci až únoru (SLACK, 2001).

3.3.8 Genlisea (*Genlisea*)

Genlisea (*Genlisea*) je rod masožravých rostlin z čeledi bublinatkovitých (*Lentibulariaceae*), do které patří spolu s bublinatkami (*Utricularia*) a tučnicemi (*Pinguicula*). Genliseje jsou malé mokřadní byliny, vyznačující se absencí kořenů. Vytvářejí však podzemní orgány, které vznikly přeměnou z listů a fungují jako detektivní pasti (vrše). Jsou uzpůsobeny primárně k lapání prvoků, ale dokáží ulovit i drobné živočichy, např. hlístice. Každá past je složena ze stopky, měchýřku a krčku, který se dále rozděluje na dvě spirálovitě stočená ramena. Uvnitř pasti se nachází trávící chlupy a chlupy, která zabraňují úniku kořisti (PLACHNO a kol., 2007). Genliseje pravděpodobně lákají půdní kořist na vzduch, kterého je v půdách přesycených vodou nedostatek. Obsah vzduchu v pasti mohou kořisti nabídnout díky aerenchymu, který tvoří stěnu stopky i dalších dutých částí pasti. Prostor pro vzduch genliseje získávají díky speciálním žlázám, připomínající kávové zrno, které hrají důležitou roli při vyčerpávání vzduchu (STUDNIČKA, 2006).

Areál výskytu Genlisejí je poměrně velký. Většina druhů se nachází v Novém světě v severní části Jižní Ameriky a na Kubě, přičemž dva druhy najdeme v západní tropické Africe (LLOYD, 1942).

3.3.8.1 Genlisea kostrbatá (*Genlisea hispidula*)

Tato poměrně velká rostlina, která může mít až 15 centimetrů dlouhé podzemní listy (rhizofyly) se vyskytuje od rovníkové Afriky až po Jihoafrickou republiku. Květy jsou fialové a některé z nich se vyznačují samovolnou samosprašností, díky které se tvoří dostatek semen (STUDNIČKA, 2006).

Tento druh byl podroben podrobnému pozorování v Botanické zahradě Liberec, při kterém bylo zjištěno, že u genlisejí existuje u různých druhů různá potravní specializace. V pastech *Genlisea hispidula* nebyly pozorovány žádné mikroskopické hlístice a prvoci, kteří tvoří u amerických druhů *Genlisea pygmaea* a *Genlisea violacea* velké procento z celkové kořisti (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 18: *Genlisea kostrbatá (Genlisea hispidula)*



Zdroj: <http://ngcarnivorousplants.blogspot.cz/>

3.3.9 Heliamfora (*Heliamphora*)

První rostliny z rodu heliamfora (*Heliamphora*) byly objeveny bratry Schomburgkovými při expedici na Venezuelskou stolovou horu Roraima v roce 1839. Tato rostlina, konkrétně *Heliamphora nutans* však byla popsána až o století později, v roce 1940 (ŠVARC, 2003).

Rod heliamfora (*Heliamphora*), patřící do čeledi *Sarraceniaceae* se velice liší od svých příbuzných rodů *Sarracenia* a *Darlingtonia* souborem „primitivních“ (vývojově starých) znaků. Mezi tyto znaky patří dřevnatý kmen (u *Heliamphora tatei*), jednoobalné květy bez nektarových žláz u všech druhů tohoto rodu a jednoduchá láčka, která vypadá jako svinutý list (STUDNIČKA, 2007).

Pro rostliny z tohoto rodu jsou typické růžicovitě postavené gravitační pasti, které mají podobu kornoutovitě svinutého listu se zakrnělým víčkem. Absenci funkčního víčka supluje nesrostlý šev na přední straně láčky, kudy odtéká přebytečná tekutina do žlábků směřujících ke kořenovému systému. Velikost láček kolísá v závislosti na druhu od 8 do 20 centimetrů (u *Heliamphora minor*) až po 50 centimetrů (u *Heliamphora ionasii*). Lákání hmyzu je zajištěno nektarovými žlázami, které jsou hustě rozesté v pokožce. Velká koncentrace nektarových žláz je také na malém kápovitém výběžku, který připomíná víčko (STUDNIČKA, 2006).

LLOYD, 1942 uvádí, že název *Heliamphora* znamená „swamp-pitcher“, tedy ve volném překladu „bažinná láčka“. Podle tohoto překladu názvu rostliny je možné odvodit prostředí, kde se heliamfory vyskytují. Typickým areálem výskytu je vlhké prostředí venezuelských „stolových hor“.

3.3.9.1 Heliamfora nicí (*Heliamphora nutans*)

Heliamphora nicí (*Heliamphora nutans*) je první popsáný druh rodu, který se vyskytuje především na nejvyšší venezuelské stolové hoře Roraima (2810 m.n.m.) (STUDNIČKA, 2006).

Tuto vytrvalou bylinu tvoří růžice bazálních listů přeměněných v jednoduchou láčku, která má podobu rozšířené nálevky, která je v horní části zakončena lžícovitým útvarem, připomínající víčko láčkovky (*Nepenthes*). Funkcí tohoto útvaru je ochrana vylučovaného nektaru před deštěm. Láčky mohou dosáhnout délky až 30 centimetrů (LLOYD, 1942).

Květy heliamfory nicí jsou cizosprašné, jednoobalné, bílé až světle růžové barvy uspořádané v chudém květenství. Pestík je ochlupený, složený ze tří až čtyř plodolistů s nerozšířenou čnělkou. Tyčinek je velký počet (LLOYD, 1942). Po oplození květ neopadá. Diskovitá semena, schopná plachtění, jsou uložena v tobolce (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 19: *Heliamphora nicí* (*Heliamphora nutans*)



Zdroj: <https://www.wistuba.com>

3.3.9.2 Heliamfora Tateova (*Heliamphora tatei*)

Heliamfora Tateova (*Heliamphora tatei*) je pojmenována po svém objeviteli, doktoru G. H. H. Tateovi, který ji objevil roku 1928. Tato rostlina je jediným druhem rodu heliamfora, která vytváří dřevnaté stonky. Díky těmto stonkům může rostlina dorůst až 1,5 metru výšky. Láčky jsou dlouhé, protáhlé, rozšířené pouze u okraje (SLACK, 2001).

Růst probíhá velmi pomalu, proto se v umělých podmínkách obvykle nedá vypěstovat rostlina s dřevnatým kmínkem (ŠVARC, 2003).

Obrázek 20: Heliamfora Tateova (*Heliamphora tatei*)



Zdroj: <https://www.wistuba.com>

3.3.10 Láčkovka (*Nepenthes*)

Rod láčkovka (*Nepenthes*) byl objeven již ve druhé polovině 17. století na Madagaskaru, i když hlavním místem výskytu rostlin rodu láčkovka je jihovýchodní Asie. O nálezu láčkovky madagaskarské (*Nepenthes madagascariensis*). Latinský název přidelil rodu C. Linné roku 1723 (ŠVARC, 2003).

Tento rod obsahuje mnoho druhů, které se vyskytují nejčastěji v tropickém pásmu, výjimečně zasahují i do pásu subtropického. Nejvíce druhů bylo nalezeno v deštných pralesech, často ve vyšších polohách, zejména na Borneu a Sumatře (SLACK, 2001).

Láčkovky mohou růst buď terestricky, nebo epifyticky. Jelikož tenké stonky nejsou schopny udržet váhu rostliny, jsou láčkovky obvykle položeny na zemi nebo využívají sousední rostliny jako oporu. Stonky mohou dosahovat délky až přes 20 metrů (liánovité, pnoucí druhy) (CLARKE, 1997). Kořenový systém tvoří černé jemné kořeny a některé druhy (např. *Nepenthes ampullaria*) vytváří podzemní dřevnaté prýty, na kterých vyrůstají růžice listů s láčkami (ŠVARC, 2003). Listy láčkovek se liší v barvě, tvaru i velikosti v závislosti na druhu. Samotný list je rozdělen na plochou asimilační část, ze které vyrůstá úponek (pokračování středního žebra listu), na kterém je zavěšena konvicovitá past, vzniklá pravděpodobně z části čepele (CLARKE, 1997).

Láčky mají tvar baňky, která je lemována kluzkým lemem (obústí=peristom). Peristom má podobu rýhovaného, často až zubatého, dovnitř přecházejícího lemu, který je obvykle pestře zbarven. Po stranách láčky jsou dvě křídla (alae). Nad ústím do láčky se nachází víčko (operculum). Lákání hmyzu je zajištěno mnoha nektarovými žlázami, které jsou rozmístěny po stěnách láčky, nejvíce na peristomu (STUDNIČKA, 2006). Vnitřek láčky je členěn na dvě zóny. Horní část je potažena voskovou vrstvou, která napomáhá sklouznutí kořisti dovnitř láčky. Dolní část je pokryta velkými mnohobuněčnými trávícími žlázami zapuštěnými do struktury pletiva. Trávící šťáva je slizká a má vyšší smáčivost než voda, tudíž se v ní hmyz snadno utopí. Ředění trávících šťáv je zabráněno nepohyblivým víčkem, které se klene nad ústím láčky. Následkem prvotního rozkladu kořisti enzymy se podnítl vyšší sekrece žláz, kořist je za příznivých podmínek zpracována během několika hodin. Jelikož se trávící žlázy rychle opotřebovávají, jsou plně funkční asi jen 3 měsíce. V neaktivních pastech se vyskytuje mnoho symbiotických organismů, které sbírají kořist z hladiny tekutiny uvnitř láčky. Hnilobným procesům uvnitř láčky brání symbiotické bakterie (STUDNIČKA, 2007). Kořist láčkovek bývá velmi různorodá. Kromě hmyzu, členovců, měkkýšů a dalších bezobratlých organismů byly ve větších pastech (např. u *Nepenthes rajah*, *Nepenthes truncata* a *Nepenthes merilliana*) nalezeny kostry drobných obratlovců (ŠVARC, 2003).

Láčkovky jsou dvoudomé, samčí i samičí rostliny mají drobné zelenohnědé, někdy hnědočervené květy, uspořádané do vrcholičnatých květenství, které vyrůstají z vrcholu stonku. Tyčinky u samčích květů srůstají do sloupku, který je zakončen žlutou hlávkou z prašníků. Samičí květy mají svrchní semeníky, které dozrávají v tobolek, které obsahují velké množství okřídlených semen, které jsou většinou rozšiřovány větrem (CLARKE, 1997).

3.3.10.1 Láčkovka rádža (*Nepenthes rajah*)

Láčkovka rádža (*Nepenthes rajah*) patří k nejzajímavějším druhům rostlin vůbec, díky svým velkým pastem, které obsahují až dva litry trávící tekutiny. Tato láčkovka je považována za největší láčkovku na světě (WELLS a kol., 2011).

Tato terestrická rostlina, vyskytující se pouze na Borneu („Sabah National Park Kinabalu“) v nadmořských výškách 1500-2600 m. n. m. má až 80 cm dlouhé kopinaté listy zakončené až patnácticentimetrovým úponkem, který na rozdíl od jiných láčkovek vybíhá ze spodní strany asimilační plochy, nikoli ze špičky. Na konci úponku se nachází až 35 centimetrů dlouhá a 18 centimetrů široká láčka. Peristom je zubatý, 4 centimetry široký a v zadní části přechází ve vejčité až vpředu podlouhlé víčko (CLARKE, 1997).

Obrázek 21: Láčkovka rádža (*Nepenthes rajah*)



Zdroj: <https://en.wikipedia.org>

WELLS a kol., 2011 uvádí, že složkami potravy jsou kromě hmyzu také krysy, tany, žáby a ještěrky, které láčkovka nejenže polapí, ale také využije jako zdroj živin.

3.3.10.2 Láčkovka lemovaná (*Nepenthes albomarginata*)

Láčkovka lemovaná (*Nepenthes albomarginata*) je popínavá rostlina, jejíž lodyha dosahuje délky až 4 metry. Výskyt je omezen na Borneo, Sumatru a pevninskou část Malajsie (CLARKE, 1997).

Obrázek 22: Láčkovka lemovaná (*Nepenthes albomarginata*)



Zdroj: <http://www.botaniliberec.cz>

Listy jsou kopinaté, až 25 centimetrů dlouhé s hnědočervenými chlupy na spodní straně. Úponky spodních láček jsou krátké, u horních jsou až 20 centimetrů dlouhé. Láčky jsou tvarově variabilní a dosahují délky až 20 centimetrů. Mají kruhovitě až široce vejčité víčko a úzký, jemně vroubkovaný peristome. Pod peristomem se nachází prstenec z bílých, sametových chlupů (MACÁK, 1998). Tyto chlupy mají velký význam v lákání kořisti, konkrétně termitů, kteří okusují bílé chloupky pod peristomem a padají přitom do láčky. V období rojení termitů bývá láčka až ze tří čtvrtin plná (MORAN, 2001). MACÁK, 1998 uvádí, že

láčky naplněné termity odumírají dříve než láčky naplněné jinou kořistí. Příčina odumírání láček s termity je neznámá.

3.3.10.3 Láčkovka dvojostruhatá (*Nepenthes bicalcarata*)

Endemickou láčkovku Bornea můžeme najít do nadmořské výšky 950 m.n.m. Je to robustní liána, jejíchž lodyhy dosahují až 20 metrů délky. Asimilační plochy listů mohou dorůst až 80 centimetrů. Láčky jsou dimorfní, větší dolní láčky mohou být i 25 centimetrů vysoké. Vosková zóna není vyvinutá, celou vnitřní plochu láčky pokrývá žláznatá zóna (CLARKE, 1997). Peristom je prodloužen až do místa obvyklého napojení víčka, kde tvoří dva výčnělky, které připomínají hadí zuby. Ze zubů vytéká nektar, který je vylučován na peristomu (MERBACH a kol., 1999). STUDNIČKA, 2006 uvádí, že nektar vytékající ze zubů slouží

Obrázek 23: Láčkovka dvojostruhatá (*Nepenthes bicalcarata*)



Zdroj: <https://www.flickr.com>

k lákání kořisti, ale MERBACH a kol., 1999 dle svého výzkumu zjistili, že velká nektaria, jejichž vývody jsou na „zubech“ navštěvují výhradně symbiotičtí mravenci *Camponotus schmitzii*, kteří žijí v dutince v úponku a zbavují láčkovku nadrozměrné a nestravitelné kořisti. Láčkovka dvojostruhatá (*Nepenthes bicalcarata*) je tedy tzv. myrmekofilní.

3.3.11 Tučnice (*Pinguicula*)

Rod tučnice (*Pinguicula*), patřící do čeledi *Lentulariaceae* spolu s rody *Genlisea* a *Utricularia*, byl pojmenován Carlem Linné v roce 1837, jenž latinský název odvodil od názvu „penguin“ - tučňák, který nejspíš souvisí s typem listů, připomínající listy některých tlusticovitých (*Crassulaceae*) rostlin. Tučnice jsou zároveň velmi různorodou skupinou, obsahující mnoho druhů rostlin (ŠVARC, 2003). Areál rozšíření zasahuje na obě polokoule, do všech klimazón Země (STUDNIČKA, 2006).

Tučnice si na rozdíl od bublinek (*Utricularia*) a genlisejí (*Genlisea*) zachovaly vzhled normálních rostlin a jejich přízemní listové růžice jsou v substrátu zakotveny kořeny bez specializovaných lapacích orgánů. Masožravost je zajištěna růžicemi listů, které fungují na principu adhezivních pastí. Povrch listů je pokryt mikroskopickými stopkatými žlázami, které vyměšují slizkou tekutinu, která láká drobný hmyz velikosti 2-5 mm. Přichycení kořisti vyvolá akční potenciál, který aktivuje malé trávicí žlázy, kterých je přibližně 5x více než žláz stopkatých. Trávení také napomáhají symbiotické bakterie a nižší houby (STUDNIČKA, 2007). Pro zintenzivnění trávení, které trvá pár hodin až několik dní, má několik druhů schopnost rolovat okraje listů ke střední žilce (SCHNELL, 2002).

Souměrné ostruhaté květy vyrůstají na dlouhých stvolech. Barva květů je různorodá v závislosti na druhu od bílé až po fialovou, či žlutou. Tmavě hnědá soudečkovitá až vřetenovitá semena jsou uložena v 6 mm dlouhé tobolce (SCHNELL, 2002).

3.3.11.1 Tučnice česká (*Pinguicula bohemica*)

Tučnice česká (*Pinguicula bohemica*) je jedním z mála českých endemitů. Jedná se o nížinný druh, který byl objeven na polabských slatiništích a mokřadních lukách v roce 1927. Následkem zemědělských vlivů byla na svém původním areálu vyhubena. Znovuobjevena byla na Českolipsku a je vedena jako kriticky ohrožená (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 24: Tučnice česká (*Pinguicula bohemica*)



Zdroj: <https://www.pinguicula.org>

Charakteristickým znakem odlišující tuto tučnici od tučnice obecné (*Pinguicula vulgaris*) je podle STUDNIČKY, 2006 tmavofialová kresba ve tvaru H, která se nachází v jícnu bělavé květní koruny.

3.3.11.2 Tučnice stromobytná (*Pinguicula lignicola*)

Tučnice stromobytná (*Pinguicula lignicola*) je obzvláště zajímavým druhem díky svému obligátnímu (nutnému) epifytismu. Roste na kmenech, větvích i tenkých větvičkách, na které se uchycuje pomocí kořenů s přícepivými terčíky a bohatým kořenovým vlášením. Jako zásobárnu vody používá pouze sukulentní listy (STUDNIČKA, 2006).

Listové růžice jsou složeny z 1-3 centimetry velkých listů, které jsou heterofylní. U bílých květů jsou velmi zajímavě pohárkovitě zvětšené kalichy, v kterých se mnohdy dají nalézt již puklé tobolky a později se v nich objevují i mladé rostlinky. Rostlinky jsou pravděpodobně vymršťovány kapkami deště, což se dá považovat za zvláštní druh hydrochorie. Způsob rozmnožování této tučnice ještě není pořádně prozkoumáno (STUDNIČKA, 2006).

Areál rozšíření tučnice stromobytné je poměrně malý. Můžeme ji najít v horských lesích na severovýchodě Kuby. Velmi podobným, ale větším druhem je *Pinguicula casabitoana*, rostoucí na Haiti (STUDNIČKA, 2006).

Obrázek 25: Tučnice stromobytná (*Pinguicula lignicola*)



Zdroj: <http://pinguicula.free.fr>

3.3.11.3 Tučnice sádrovcová (*Pinguicula gypsicola*)

Tato tučnice se vyskytuje ve středomexickém státě San Luis Potosi na vlhkých sádrovcových skalách. Letní listové růžice jsou bledé a na rozdíl od jiných druhů tučnic jsou složeny z 6,5 centimetrů dlouhých, úzkých a špičatých listů. Na zimu, kdy klesá množství srážek, se tučnice sádrovcová mění v sukulentní růžici složenou z malých obrvených listů, které nejsou masožravé. (SLACK, 2001).

Obrázek 26: Tučnice sádrovcová (*Pinguicula gypsicola*), letní růžice



Zdroj: <http://www.botaniliberec.cz>

3.3.12 Špirlice (*Sarracenia*)

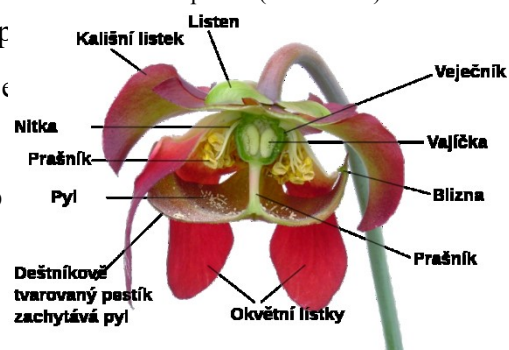
Celý rod špirlice (*Sarracenia*) byl pojmenován po Michelu Sarrazinovi (1659-1735), který zaslal první živé vzorky špirlice nachové (*Sarracenia purpurea*) francouzskému botanikovi Tournefortovi (ŠVARC, 2003). Špirlice patří spolu s rody *Darlingtonia* a *Heliamphora* do čeledi *Sarraceniaceae*. Areál rozšíření je omezen pouze na Severní Ameriku, kde osidlují převážně subtropická slatiniště (SCHNELL, 2002).

Špirlice jsou vytrvalé byliny, které mají velmi dobře vyvinutý kořenový systém (tenké červenohnědé kořeny dosahují délky až 20 cm). Většina druhů má u země tlustý vodorovný oddenek, z kterého růžicovitě vyrůstají až 120 centimetrů dlouhé listy přeměněné v trumpetovité láčky (pasivní, gravitační pasti) zakončené víčkem, které shora překrývá ústí a plní funkci ochrany před deštěm a také slouží jako lákadlo pro hmyz (SCHNELL, 2002). Vnitřní povrch láčky je rozdělen na dvě části. Vrchní část je tvořena překrývajícími ostnatými pokožkovými buňkami, které zabraňují úniku hmyzu z pasti. V první zóně ještě můžeme najít nektarové žlázy. Druhá část je řídké porostlá chlupy sčesanými směrem dolů. Chybějící kutikula dává prostor žláznatému pletivu, které vylučuje trávicí žlázy (STUDNÍČKA, 2006). U některých druhů sezónně vyrůstají nemasožravé mečovité listy (fylodia) (SCHNELL, 2002). Lákání hmyzu je zajištěno jednak barvou láčky, která hmyzu připomíná květy některých rostlin, a také

nektarovými žlázami, jejichž nektar obsahuje kromě cukru také nějaký omamný jed, nejspíše koniin (STUDNIČKA, 2006).

Cizosprašné, dvouobalné a pětičetné květy vyrůstají jednotlivě na tuhých stvolech. Dosahují velikosti až 8 centimetrů a jsou obvykle tmavočervené nebo žluté. Deštníkovitě rozšířená čnělka (umbrella) svěšená a vypuklá směrem dolů důmyslně zabraňuje samoopylení, jelikož pyl z tyčinek vypadává do umbrelly, nikoliv na jednu z p blizen na cípech umbrelly. Dovnitř květu se opylovač může dostat pouze štěrbinou mezi korunními lístky cestou, která vede přes cíp umbrelly s bliznou. Po odkvětu se vytváří zelená tobolka se zachovalou deštníkovitou čnělkou, která obsahuje velký počet hnědých ledvinovitých semen (STUDNIČKA, 2007).

Obrázek 27: Květ špirlice (*Sarracenia*)



Zdroj: <https://cs.wikipedia.org>

3.3.12.1 Špirlice přivřená (*Sarracenia minor*)

STUDNIČKA, 2006 uvádí překlad anglického názvu „hooded pitcher plant“ – špirlice přivřená, ačkoliv doslovný překlad latinského názvu *Sarracenia minor* by zněl špirlice menší, což by bylo velice matoucí, vzhledem k tomu, že špirlice přivřená vytváří láčky až 75 cm vysoké. Český i anglický název je odvozen od kápoitého tvaru víčka, které je typické pouze pro tento druh.

Láčky jsou vzpřímené, průměrně 30 centimetrů velké zakončené kápoitým víčkem. Kvetे zelenožlutými květy od března do půlky května (SCHNELL, 2002).

Nejčastěji roste v borových savanách na sušších místech než ostatní druhy špirlic, což špirlici přivřené zajišťuje menší kompetici (SCHNELL, 2002). Areál

Obrázek 28: Špirlice přivřená (*Sarracenia minor*)



Zdroj: <http://www.carnivorousplants.org>

rozšíření je omezen na jihovýchodní Georgii, na sever Floridy a pohraničí Jižní a Severní Karoliny (STUDNIČKA, 2006).

3.3.12.2 Špirlice papouščí (*Sarracenia psittacina*)

Špirlice papouščí (*Sarracenia psittacina*) se vyskytuje v jižní Georgii, severní Floridě a na jihu Mississippi na vlhkých písčitých pláních zaplavovaných kyselou vodou z přilehlých bažin (SLACK, 2001).

Ze všech špirlic se jedná o nejpozoruhodnější druh díky druhotné přeměně lapacího zařízení z gravitační pasti na past typu „vrš“ (detektivní past, nezávislá na gravitaci) (STUDNIČKA, 2006). Poléhavé listy bývají v průměru 15 centimetrů dlouhé, ale mohou dosahovat délky až 40 centimetrů.

Obrázek 29: Špirlice papouščí (*Sarracenia psittacina*)



Zdroj: <https://en.wikipedia.org>

Láčky se rozlišují se na jarní (nápadně velké křídlo, zelené – převažuje asimilační funkce) a letní (červená barva – převažuje masožravá funkce, přetrvávají přes zimu) (SCHNELL, 2002). Láčka je zakončena kápoitou hlavicí, připomínající hlavu papouška (STUDNIČKA, 2007). Uvnitř láčky se nachází velký počet dlouhých žlutavých chlupů, směřujících do nitra láčky a napomáhají vniku kořisti dovnitř a zároveň zabraňují jejímu úniku (SLACK, 2001).

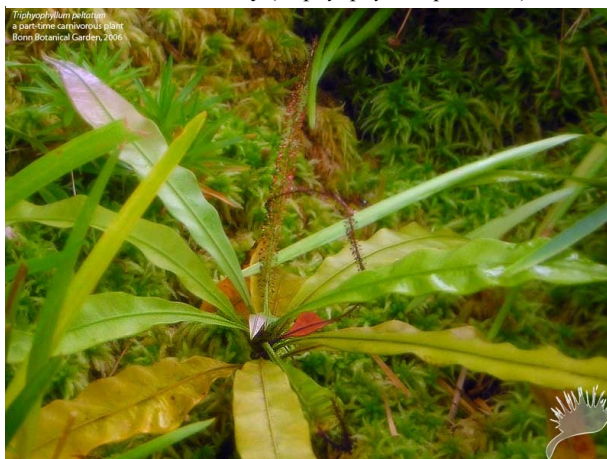
3.3.13 Trifid (*Triphyophyllum*)

Rod *Triphyophyllum* byl objeven již v roce 1928, ale byl popsán jako třetí druh rodu *Dioncophyllum* (REMBOLD a kol., 2010). Jeho masožravost byla spolehlivě prokázána až v roce 1979. V přírodě je tento rod zastoupen pouze jedním druhem – *Triphyophyllum peltatum* a je nejbližší příbuzný rosnolistu lusitánskému (*Drosophyllum lusitanicum*) (ŠVARC, 2003).

3.3.13.1 Trifid štítnatý (*Triphyophyllum peltatum*)

Trifid štítnatý (*Triphyophyllum peltatum*) je tropická liána, která se nejčastěji vyskytuje v druhotných porostech vzniklých regenerací vždyzeleného deštného lesa v Sierra Leone, Libérii a pohraniční části Pobřeží slonoviny (STUDNIČKA, 2007). Šplhá za světlem pomocí až 50 metrů dlouhých dřevnatých prýtů do korun stromů. Šplhání napomáhají až 20 centimetrů dlouhé kopinaté listy zakončené úponky ve tvaru kotvičky (STUDNIČKA, 2006). Kromě listů přizpůsobených ke šplhání vytváří ještě dva další typy listů (odtud latinský název *Triphyophyllum*, který znamená „tři druhy listů“). První typ má podobu 40 centimetrů dlouhých tuhých kopinatých listů bez úponek (BRINGMANN a kol., 1999). Druhý, masožravý typ listu se vytváří na vrcholech juvenilních prýtů na začátku období dešťů a vytrvává pouze několik měsíců (STUDNIČKA, 2006). Masožravé listy jsou úzké a čárkovité 2-8 centimetrů dlouhé a vykazují reciproční poměr velikosti – čím větší je báze listu, tím menší je masožravá část. Na masožravých listech najdeme stejně jako u rosnolistu dva typy žláz – stopkaté a přisedlé. Další podobností s rosnolistem je spirálovité svinutí mladých žláznatých listů a vylučování lepkavého sekretu, na který se chytá drobný hmyz (REMBOLD a kol., 2010).

Obrázek 30: Trifid štítnatý (*Triphyophyllum peltatum*)



Zdroj: <http://www.triphyophyllum.estranky.cz>

Bílá až světle růžová květenství se vytváří v průběhu dubna až května na vrcholech šplhavých prýtů. Z květenství vzniká malá tobolka o velikosti asi 1,5 centimetru, v které se nachází poměrně malý počet semen, rozšiřovaných větrem. Pro tento účel se na semenech vytváří až 10 centimetrů dlouhé diskovité křídlo, které se ale nevejde do tobolky. Proto se tobolka otevírá ještě před dozráním a semena dozrávají zavěšena prodlouženým poutkem volně na plodolistech. Díky tomuto procesu se *Triphyophyllum peltatum* nazývá „sekundárně nahosemenný“ (STUDNIČKA, 2007).

3.3.14 Bublinatka (*Utricularia*)

Rod bublinatka (*Utricularia*) obsahuje mnoho druhů (přes 200) pozemních (terestrických), vodních (akvatických) a epifytických či epilitických rostlin (některé druhy jsou uzpůsobené k růstu v cisternách určitých broméliovitých rostlin). Rod osidluje všechny kontinenty s výjimkou polárních oblastí. Druhově nejbohatší kontinenty jsou Afrika, Jižní Amerika a Austrálie (ŠVARC, 2003).

Dříve se z tohoto rodu vyčleňoval ještě rod *Polypompholyx*, který už je nyní řazen jako podrod rodu *Utricularia* (REUT a kol., 2010)

Poměrně málo charakteristik spojuje tento velmi různorodý rod. Nejtypičtějším společným znakem je lapací orgán listového původu, který funguje na principu hypotenzní (podtlakové) pasti, což je nejsložitější způsob lapání hmyzu. Má podobu bílé, zeleně, tmavomodře nebo až červeně zbarveného měchýřku, který dosahuje velikosti od 0,5 až do 5 milimetrů, výjimečně až do 1,5 centimetru. Tento kulovitý váček nasedá na krátkou stopku vyrůstající z asimilačních nebo podzemních prýtlů. Vstupní otvor (hrdlo) je obklopen různými výrůstky a směrem dovnitř je uzavřen záklopkou. Okolo hrdla jsou slizové žlázy, které na svůj výměšek lákají kořist. Na vnitřních stěnách měchýřku se nachází velké trávicí žlázy a dvojramenné žlázy, které dokáží vypumpovat vodu z měchýřku a vytvořit tak podtlak. Jakmile je vytvořen podtlak a kořist podráždí výrůstky kolem hrdla, otevře se záklopka a kořist je spolu s malým množstvím vody nasáta do měchýřku, kde může začít proces trávení. Počet a podoba měchýřků se liší v závislosti na druhu (ŠVARC, 2003). Proces polapení kořisti, trávení a vypumpování vody dokáže past zopakovat až 14x. (STUDNIČKA, 2006). STUDNIČKA, 2006 také uvádí, že na jedné rostlině může být i 7000 měchýřků, tedy pokud roste ve vodě plné planktonu, sahá počet ulovených živočichů do stovek, ne-li do tisíců.

Dalším typickým znakem je absence kořenů, stejně jako u příbuzných genlisejí (*Genlisea*). Kořeny mohou být nahrazeny stonky nebo výhonky. Kromě kořenů nevytvářejí bublinatky ani pravé listy. Asimilační orgány, připomínající listy jsou ve skutečnosti stonkového původu a nazývají se asimilační prýty (SLACK, 2001). Některé plovoucí druhy dokonce vytváří tenké výhonky se šupinatými lístky

s průduchy, které jsou vynořené z vody a na vrcholu zahnuté dolů, svou podobou připomínají periskopy. Jejich funkce je pravděpodobně příjem kyslíku, či oxidu uhličitého, a proto se nazývají „dýchací prýty“ (STUDNIČKA, 2006).

Květy obvykle vyrůstají v květenstvích, kalich a koruna bývají rozlišené na horní a dolní pysk a ostruhu. Barva může být v závislosti na druhu bílá, růžová, červená, fialová, modrá, či žlutá. Semena jsou různých tvarů i velikostí, některé druhy semena nevytváří, kvůli nedostatečné kvalitě pylu (*Utricularia australis*) (ŠVARC, 2003).

3.3.14.1 Bublinatka jižní (*Utricularia australis*)

Bublinatka jižní (*Utricularia australis*) si zaslouhuje zmínku zvláště proto, že se jedná o nejhojnější masožravou rostlinu v České republice. Roste skoro na celém území ČR, a dokonce na rozdíl od většiny ostatních masožravých druhů není zákonem chráněna.

Spolu s bublinatkou obecnou (*Utricularia vulgaris*), které je podobná, patří mezi nejrozměrnější bublinatky. Její prýt dosahuje velikosti až jeden metr s 3 mm velkými měchýřky (ŠVARC, 2003).

Žluté květy s plochým dolním pyskem jsou typické pro bublinatku jižní. Podobná bublinatka obecná má dolní pysk sedlovitého tvaru (STUDNIČKA, 2006). Kvůli nedostatečné kvalitě pylu obvykle nevytváří semena (ŠVARC, 2003).

Obrázek 31: Bublinatka jižní (*Utricularia australis*)



Zdroj: <http://www.obecbrasy.cz>

3.3.14.2 Bublinatka ledvinovitá (*Utricularia reniformis*)

Bublinatka ledvinovitá (*Utricularia reniformis*) je epifytický endemický druh v jihovýchodní Brazílii, kde obsazuje žulové skály v horských mlžných lesích.

Typickým znakem jsou velké ledvinovité, v průměru až 7 centimetrů široké listy, vyrůstající na 10-15 centimetrů dlouhých stvolech (SLACK, 2001).

Další zajímavostí jsou její občasné nálezy v různých broméliovitých rostlin, které shromažďují vodu v úžlabích. Do různých, konkrétně druhu *Vriesea atra*, se dostává pomocí semen. STUDNIČKA, 2006 uvádí, že životní forma této bublinatky se skládá ze symbiotického (růst v různých *Vriesea atra*) a asymbiotického stádia.

Květ bublinatky ledvinovité vytváří většinou světle fialové květy v hroznech se specificky utvářeným spodním pyskem, který slouží jako přistávací plocha pro opylovače. Květy jsou svým zvláštním utvářením, krásou i velikostí velmi podobné květům orchidejí (CLIVATI a kol., 2014).

Obrázek 32: Bublinatka ledvinovitá (*Utricularia reniformis*)



Zdroj: <http://www.cpitalia.net>

3.3.15 Katopsis a brocchinie (*Catopsis* a *Brocchinia*)

Rody *Catopsis* a *Brocchinia* patřící do čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*) jsou oddenkaté, vytrvalé a často epifytní byliny. Typickým znakem jsou jazykovité či čárkovité listy s podélnou žilnatinou. Růst listů je podmíněn činností dělivých meristémů, uložených na bázi listů, tedy nejmladší část listu bývá báze (ŠVARC, 2003).

ŠVARC, 2003 uvádí, že masožravost byla prokázána pouze u druhů *Brocchinia reducta* a *Catopsis berteroniana*. STUDNIČKA, 2006 k těmto dvěma druhům přidává ještě druh *Brocchinia hechtoides*, která je velmi podobná *Brocchinia reducta*.

3.3.15.1 Brocchinie úzká (*Brocchinia reducta*)

Brocchinia reducta byl první druh z čeledi *Bromeliaceae*, u kterého byla prokázána masožravost. Jedná se o Venezuelský endemit, který roste na stolových horách, často v přítomnosti heliamfor. Vyznačuje se žlutozelenými tuhými listy, které tvoří růžici na dřevnatém kmínku. Vnitřní povrch listů je potažen vrstvou voskovitého prášku, který se snadno odlupuje a znemožňuje tak únik kořisti, která spadla do kyselé tekutiny v růžici listů. Brocchinie úzká tedy funguje na principu gravitační pastě. Přesto u této rostliny nebyly objeveny žádné sekreční žlázy, které by vylučovaly trávicí tekutinu. Trávení zajišťují pouze symbiotické bakterie (GIVNISH a kol., 1984).

Obrázek 33: Brocchinie úzká (*Brocchinia reducta*)



Zdroj: <https://fr.wikipedia.org>

3.3.15.2 Katopsis Berterova (*Catopsis berteroniana*)

Katopsis Berterova (*Catopsis berteroniana*) je epifytická rostlina, patřící do čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*), která se vyskytuje ve Střední a Jižní Americe v oblasti tropických a subtropických deštných lesů (ŠVARC, 2003).

Obrázek 34: Katopsis Berterova (*Catopsis berteroniana*)

Vytváří 30-40 centimetrů velké, mnoholisté růžice z celokrajných listů s cisternami na vodu v paždí každého listu. Způsob lapání i trávení hmyzu je stejný jako u výše popsané *Brocchinia reducta*. Kořisti bývají nejčastěji různé druhy hmyzu, které utonou v kyselé tekutině v cisternách, jelikož jim bílá voskovitá kutikula v podobě pudrovitého prášku zabrání uniknout. Na rozdíl od *Brocchinia reducta* je kutikula na obou stranách listů, jelikož jsou listy uspořádány patrovitě (STUDNIČKA, 2006).



Zdroj: <http://regionalconservation.org>

4 Praktická část

4.1 Současná výuka problematiky masožravých rostlin na základních a středních školách

Ve výuce botaniky ať už na základní nebo na střední škole, případně gymnáziu se masožravé rostliny příliš nezmiňují. Jelikož tuto problematiku neobsahují rámcové vzdělávací programy, obvykle se neobjevuje ani ve školních vzdělávacích programech. Je tedy pouze na samotných učitelích, jak se k tomuto tématu postaví a zda ho zmíní ve své výuce. Bohužel, konkrétní informace o masožravých rostlinách, ať už českých nebo zahraničních nejsou mezi učiteli příliš rozšířeny.

Rozhodl jsem se stručně zhodnotit tři nejpoužívanější učebnice (jednu pro základní školy a dvě pro gymnázia), které se zabývají výukou botaniky, zda se v nich objevuje alespoň zmínka o masožravých rostlinách. V učebnici pro základní školy a víceletá gymnázia – „Přírodopis 7“ z nakladatelství Fraus (ČABRADOVÁ, Věra. Přírodopis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-424-4) se vyskytuje jediná zmínka o masožravé rostlině z celé této série učebnic, konkrétně v kapitole: „Společenstvo vod a mokřadů“, kde autorka vyjmenovává mokřadní druhy rostlin a zmiňuje rosnatku okrouhlolistou (*Drosera rotundifolia*).

Druhou hodnocenou učebnicí je „Biologie pro gymnázia“ z nakladatelství Olomouc (JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2007. ISBN 978-80-7182-213-4.). V této učebnici už je zmínka o masožravých rostlinách více, byť jen okrajových. Například v kapitole „List“ jsou mezi listovými metamorfózami uvedeny přeměny v lapací zařízení u láčkovek a bublinek nebo pokryv listů lepkavými trichomy u rosnatek. Další zmínka se nachází v kapitole „Dráždivost a pohyby rostlin“, kde je uvedena rosnatka, jako příklad rostliny provádějící seismonastie. Poslední informací spojenou s masožravými rostlinami jsou příklady rostlin rašelinišť v kapitole „Ekologie hub a rostlin“, kde autoři uvádí rosnatku a tučnici, které získávají dusíkaté látky rozkladem těl živočichů.

Jednou z nejpoužívanějších učebnic pro výuku botaniky je učebnice Biologie rostlin z nakladatelství Fortuna (KINCL, Lubomír, Miloslav KINCL a Jana JAKRLOVÁ. Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-7168-947-5.) Tato učebnice představuje masožravé rostliny asi nejlépe. Zmínku o nich najdeme hned v několika kapitolách. První poznámka k masožravým rostlinám je v kapitole: „Základní vlastnosti rostlinného organismu“, kde jsou zmíněny pohyby listů masožravých rostlin. Dále je v kapitole „Heterotrofní výživa u rostlin“ uveden mixotrofní typ výživy, využívaný právě karnivorními rostlinami a jsou zde popsány jednotlivé pasti (pouze 4, detektivní past chybí), uzpůsobené k lapání hmyzu. Tomuto tématu je zde věnována půlstrana. Poslední informace k masožravým rostlinám se nachází v kapitole „Rostliny a prostředí“, v které je popisován vzájemný vztah dravce a kořisti a jako příklad jsou uvedeny masožravé rostliny.

Ani v dalších, méně používaných učebnicích pro základní nebo střední školy jsem nenašel významnější zmínku o masožravosti rostlin. Všude se masožravé druhy uvádí v rámci obecných kapitol „Ekologie“ nebo „Morfologie listu“. Nepochybuji o tom, že existují učebnice, které se mi nedostaly do rukou a věnují se tomuto tématu ve větší míře, ale v drtivé většině případů se omezují pouze na rosnatku okrouhloolistou (*Drosera rotundifolia*) a náš nejběžnější masožravý druh – bublinatku jižní (*Utricularia australis*) nezmiňují.

Dalším hojně využívaným výukovým prostředkem, díky kterému se žáci mohou dozvědět o existenci masožravých rostlin, jsou exkurze do botanických zahrad. V Praze mají učitelé možnost udělat exkurzi do dvou botanických zahrad, v kterých si žáci mohou prohlédnout masožravé druhy. Atraktivnější je Botanická zahrada hlavního města Prahy v Troji, kde se masožravé rostliny vyskytují jak ve skleníku Fata Morgana (v části, zabývající se stolovými horami se nachází: heliamfory, tučnice, broccinie, bublinatky a láčkovky), tak ve venkovní části na severu botanické zahrady, kde se nachází mokřadní jezírko s mnoha druhy špirlic, rosnatek, bublinek a také mucholapkou podivnou. V trojské botanické zahradě jsou také k dispozici výukové programy zaměřené na masožravé rostliny.

Druhou pražskou botanickou zahradou, kam se vydávají školy na exkurze je Botanická zahrada PřF UK, kde se kromě pravidelné expozice s masožravými rostlinami každoročně koná výstava masožravých rostlin české společnosti Darwiniana, na které je možnost vidět i velmi vzácné druhy.

Přímo za masožravými rostlinami se jezdí do nejstarší botanické zahrady v České republice – Botanické zahrady Liberec, kde se rovněž nachází největší stálá expozice masožravých rostlin. Zároveň zde probíhá i výzkum této ekologicky velmi vymezené skupiny rostlin. Zásahu na tom má náš nejvýznamnější vědec v oblasti karnivorních rostlin – Miloslav Studnička, který je rovněž ředitelem této botanické zahrady.

Exkurze do botanických zahrad jsou velmi dobrým prostředkem, jak žákům představit skupinu karnivorních rostlin, pokud je k této exkurzi připraven tematický program a prohlídka je odborně komentovaná. Bohužel ne u všech škol to takto probíhá.

4.2 Modelová výuka tematiky masožravých rostlin na základní škole

4.2.1 Průběh výuky masožravých rostlin

Výuku masožravých rostlin jsem realizoval na Základní škole Dědina v sedmém ročníku. Tato výuka navazovala na proběhlou výuku botaniky, respektive krytosemenných rostlin, která probíhala v lednu a únoru.

Na tuto tematiku jsem vyhradil celkem tři hodiny. Před tímto výukovým blokem jsem žáky upozornil, že se jedná o doplňkové učivo, z kterého nebudou examinováni a poznámky si mohou psát pouze dobrovolně, podle toho, co je zaujme.

První hodina byla věnována úvodním informacím o masožravosti, typech pastí, výskytu a rozšíření masožravých rostlin. K výuce byla použita obrazová příloha formou prezentace. Druhou hodinu jsem zaměřil hlavně na konkrétní druhy, které by mohly zaujmout žáky ať už svou životní strategií, či strategií lapání hmyzu, nebo také svou velikostí, tvary a barvou. Zvláštní pozornost jsem věnoval druhům, vyskytujícím se v České republice. I druhá hodina byla doplněna obrazovou prezentací a na ukázkou jsem přinesl tři zástupce masožravých rostlin z mé sbírky – rosnatku kapskou (*Drosera*

capensis), mucholapku podivnou (*Dionaea muscipula*) a rosnolist lusitánský (*Drosophyllum lusitanicum*). Na živých rostlinách jsme si ukázali způsob fungování pastí a jejich morfologii.

Závěrečná hodina byla vyhrazena pro vypracování předem připraveného pracovního listu, který obsahoval několik cvičení, zaměřených jak na obecná témata masožravých rostlin (důvod masožravosti, typy pastí...), tak na konkrétní druhy, na které jsem kladl důraz při výuce. Za správně vyplněný pracovní list jsem žáky ohodnotil výbornou známkou.

4.2.2 Zhodnocení výuky masožravých rostlin

Téma masožravé rostliny vzbudilo již od začátku velký zájem. Ještě se mi nestalo, aby se pro jedno téma nadchla celá třída. První hodina rozproudila poměrně živou diskuzi na způsoby a formy masožravosti rostlin a také na pěstování a druhy masožravých rostlin.

Druhá hodina zaujala žáky ještě více než první, jelikož se již jednalo o konkrétní druhy rostlin a jejich ekologii. Dotazy se týkaly především jednotlivých rodů, případně druhů rostlin, které jsou nějak specificky zajímavé (např. láčkovka lemovaná svým způsobem lákání hmyzu, nebo láčkovka rádža svojí velikostí).

Pracovní list, který byl kontrolním výstupem, co si žáci z hodin odnesli, vyplnilo 8 dvojic z 24 žáků správně, pouze z drobnými chybami, což je nad očekávání dobrý výsledek vzhledem k náročnosti pracovního listu.

Bylo vidět, že zájem žáků o botaniku po probrání tohoto tématu vzrostl, jelikož za mnou chodili i mimo výuku s upřesňujícími dotazy k tématu masožravých rostlin. Myslím, že by bylo vhodné zařadit masožravé rostliny do výuky a zpopularizovat botaniku jako takovou, tedy ukázat žákům, že to není jen nudný výčet pro ně nezajímavých čeledí.

4.2.3 Pracovní list

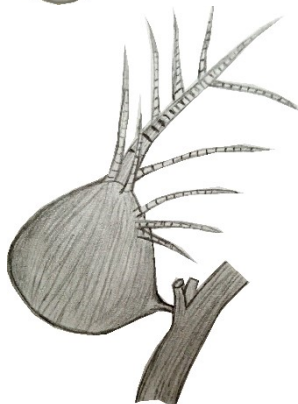
Pracovní list je určen pro shrnutí tematiky masožravých rostlin, jako bonusové téma na závěr výuky botaniky v 7. třídě ZŠ, respektive v 1. ročníku SŠ. Další možné využití je také při exkurzích do botanických zahrad.

1) Přiřaď každý obrázek k jednomu typu pasti a k jedné rostlině.



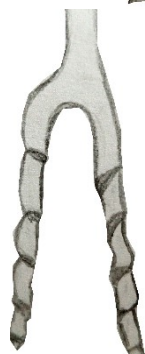
mucholapka

**detentivní
(podzemní) past**



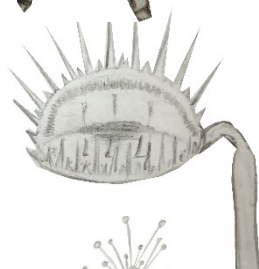
láčkovka

gravitační past



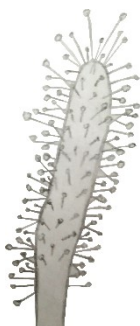
genlisea

**hypotenzní
(podtlaková) past**



bublinatka

**mechanická
sklapovací past**



rosnatka

**adhezivní
past**

2) Proč se u některých rostlin vyvinula masožravost?

.....
.....

3) Zakroužkuj pravdivá tvrzení o masožravých rostlinách:

- a) Masožravé rostliny mi mohou ublížit.
- b) Pokud masožravé rostliny „nekrmím“, zahynou.
- c) Některé masožravé rostliny mohou polapit i drobné obratlovce.
- d) Masožravé rostliny se nevyskytují v ČR.
- e) Masožravé rostliny mohou provádět aktivní pohyb.
- f) Nejvíce druhů masožravých rostlin najdeme u zástupců rodu mucholapka (*Dionaea*)

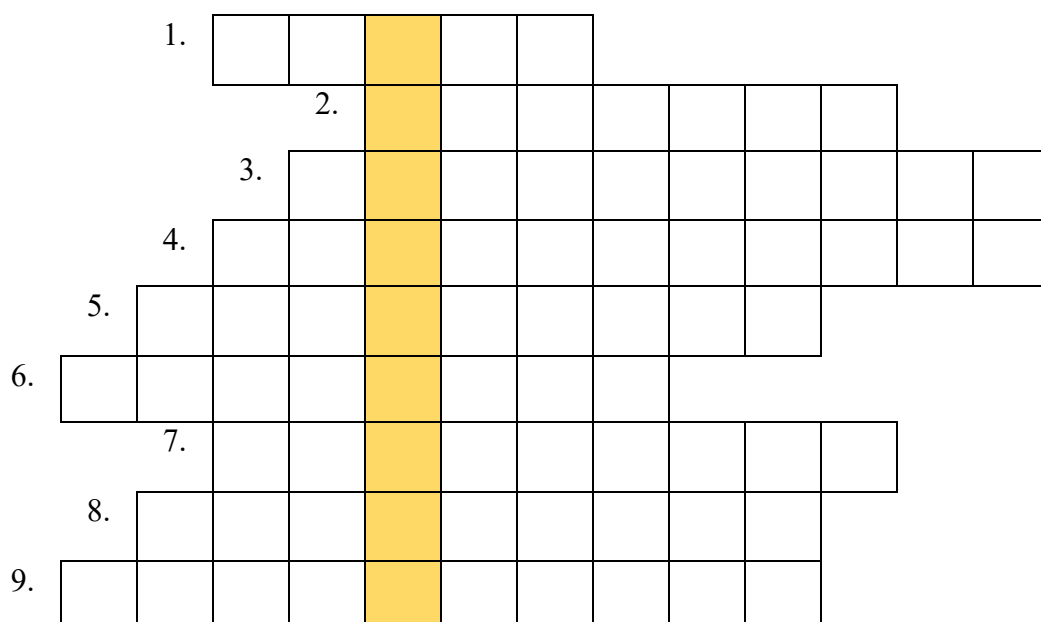
4) Na slepé mapě barevně vyznač místa, kde se vyskytuje: láčkovice australská, darlingtonie kalifornská, rosnolist lusitánský, rosnatka velkolepá, láčkovka rádža



5) Rostlinná „nej“ mezi masožravými rostlinami (doplň prázdná místa):

Největší masožravou rostlinou na světě je l..... Je tak velká, že dokáže pozřít i drobnéNejznámější českou masožravou rostlinou je r....., která je přísněNejvíce lepkavého sekretu vytváří r....., jehož sekret z listů až

6) Doplň křížovku (v tajence vyjde významný český vědec, který zkoumal masožravé rostliny):



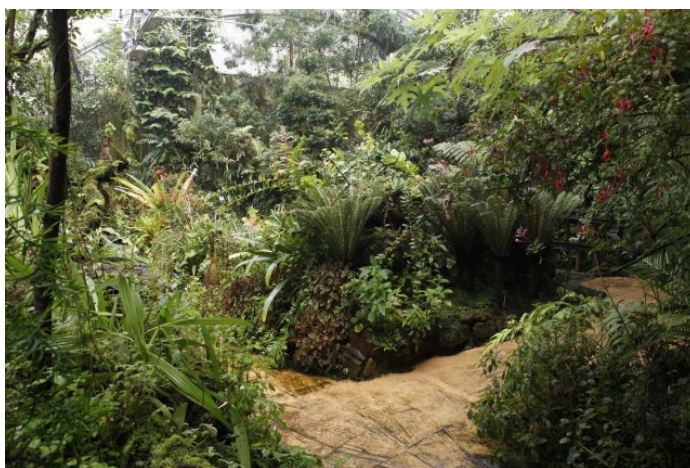
- 1) Pasti masožravek jsou obvykle přeměněné...?
- 2) Který hmyz nejčastěji chytá láčkovka lemovaná, která imituje lišejník?
- 3) Která vodní rostlina využívá podtlakovou past?
- 4) Mechanickou sklapovací past má kromě mucholapky ještě jedna vodní rostlina. Která?
- 5) Jak se jmenuje polokeřovitá masožravka ze Španělska, které lepkavá tekutina odkapává z listů?
- 6) Jak se jmenuje masožravka, která nemá kořeny a má podzemní (detektivní) pasti?
- 7) Jak se jmenuje masožravka, která je australským endemitem (australská má i v druhovém názvu)
- 8) Která rosnatka byla objevena pomocí Facebooku v Brazílii?
- 9) Která masožravka má uzpůsobenou láčku především pro lov mravenců? (Má také zakrnělé víčko.)

4.3 Návrh exkurze

Na závěr výuky botaniky jsem naplánoval exkurzi do Botanické zahrady hlavního města Prahy v Troji, kde bych se opět rád zaměřil na masožravé rostliny. Exkurze je určena pro žáky 7. třídy ZŠ, případně 1. ročníku SŠ. Ideální období pro návštěvu botanické zahrady je konec dubna a květen.

První část masožravých rostlin se nachází ve skleníku Fata Morgana, který je rozdělen na tři části (pouště a polopouště, tropický deštný prales a stolové hory) a právě v poslední, chlazené části je zastoupeno několik rodů masožravých rostlin. Ihned za vchodem do poslední části se

Obrázek 35: Poslední část skleníku Fata Morgana



Zdroj: www.botanicka.cz

vlevo nachází vitrína, v které lze spatřit několik druhů tučnic (*Pinguicula*). Naproti vchodu je umístěn kámen, na kterém je vysazena bublinatka alpská (*Utricularia alpina*), další bublinatka, bublinatka ledvinovitá (*Utricularia reniformis*) se nachází u jezírka hned vedle kamene. Když bychom pokračovali po cestě dále, mohli bychom vidět masožravou bromélii *Brocchinia reducta* a dva druhy láčkovek (*Nepenthes*). Prostředek této části skleníku tvoří mokřina, kde rostou rostliny rodu *Heliamphora*.

Další skupina masožravých rostlin je k vidění na severu venkovní expozice, kde je vytvořeno umělé rašeliniště, kde se vyskytují hlavně rostliny z rodů špirlice (*Sarracenia*), rosnatka (*Drosera*) a také mucholapka podivná (*Dionaea muscipula*).

Obrázek 36: Mapa skleníku Fata Morgana



Zdroj: www.botanicka.cz

Obě dvě expozice dávají možnost žákům spatřit masožravé rostliny přímo v biotopu, který je velmi blízký přirozenému biotopu, v kterém se tyto rostliny vykytují. Na masožravé rostliny je možnost objednat prohlídku zaměřenou přímo na masožravé rostliny, ke které mají také vytvořen pracovní list. Pracovní list

Obrázek 37: Pohled na rašeliniště a jezírko (venkovní expozice)



Zdroj: www.botanicka.cz

z botanické zahrady je ovšem již zastaralý, proto bych raději doporučil použití mnou vytvořeného pracovního listu.

Časová náročnost této exkurze v případě kompletní prohlídky by byla přibližně 3 hodiny. Pokud by se však zaměřila pouze na masožravé rostliny a základní představení jednotlivých biotopů, dala by stihnout do 2 hodin.

Obrázek 38: Plán Botanické zahrady Praha



Zdroj: www.botanicka.cz

5 Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo především přehledné zpracování tematiky masožravých rostlin od základní charakteristiky masožravosti a historie objevení této vlastnosti rostlin až po jednotlivé typy lapacích ústrojí a jednotlivé rody.

První úsek teoretické části jsem věnoval základním faktům o masožravosti a také charakteristice jednotlivých typů lapacích ústrojí rostlin, sloužící k odchytu kořisti a s tím související chemismus trávení a vstřebávání živin.

Ve druhém úseku teoretické části jsem se zabýval popisem jednotlivých rodů masožravých rostlin. U každého rodu jsem se zaměřil na historii jeho objevu, morfologii, rozmnožování, areál rozšíření a druhové zastoupení. Zvláštní důraz jsem kladl na způsob lapání hmyzu a typ lapacího ústrojí.

U charakterizovaných rodů jsem vždy uvedl a popsal několik konkrétních druhů, jejichž výběr jsem prováděl na základě didaktické zajímavosti, či na základě odlišnosti druhu od ostatních rostlin daného rodu. Jelikož většina rodů masožravých rostlin má pouze malá druhové zastoupení, byla volba mnohdy jednoznačná.

Praktická část měla v první řadě stručně zhodnotit současnou výuku masožravých rostlin v rámci botaniky na základních a středních školách. Součástí tohoto úseku byla analýza nejpoužívanějších učebnic přírodopisu na druhém stupni základních škol a na středních školách z hlediska zastoupení masožravých rostlin v jednotlivých kapitolách. Můj předpoklad byl, že zmínky o karnivorních rostlinách budou velmi okrajové. Tato domněnka se z větší části potvrdila, jelikož pouze v jedné učebnici pro střední školy (Biologie rostlin z nakladatelství Fortuna) byly konkrétnější informace o těchto rostlinách. Kromě stručné analýzy učebnic jsem do prvního úseku praktické části zahrnul také krátkou charakteristiku několika botanických zahrad, které se navštěvují v rámci exkurzí zaměřených právě na masožravé rostliny.

Druhým cílem praktické části bylo vytvoření návrhu modelové výuky masožravých rostlin v rámci třech vyučovacích hodin a příprava pracovního listu na toto téma. Výuka byla realizována na Základní škole Dědina na závěr výuky botaniky v sedmém ročníku. Výsledkem bylo zvýšení zájmu žáků o botaniku (zjištěno krátkým slovním dotazováním

žáků po výuce), což by měl být hlavní důvod, proč zařadit masožravé rostliny do výuky botaniky jak na základních, tak na středních školách.

6 Seznam použitých informačních zdrojů

Odborná literatura:

- 1 BRINGMANN G., RISCHER H. In vitro propagation of the alkaloid-producing rare African liana, *Triphyophyllum peltatum* (Dioncophyllaceae). *Plant Cell Reports* [online]. 2001-10-1, 20(7), 591-595 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1007/s002990100387. ISSN 0721-7714. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s002990100387>
- 2 CLARKE, Charles a K. M. WONG. *Nepenthes of Borneo*. Kota Kinabalu: Natural History Publications in association with Science and Technology Unit, Sabah, 1997. ISBN 983-812-015-4.
- 3 CLIVATI, D., G. D. CORDEIRO, B. J. PŁACHNO, V. F. O. DE MIRANDA a A. DAFNI. Reproductive biology and pollination of *Utricularia reniformis* A.St.-Hil. (Lentibulariaceae). *Plant Biology* [online]. 2014, 16(3), 677-682 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1111/plb.12091. ISSN 14358603. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/plb.12091>
- 4 CORREIA, ELISABETE a HELENA FREITAS. *Drosophyllum lusitanicum*, an endangered West Mediterranean endemic carnivorous plant: threats and its ability to control available resources. *Botanical Journal of the Linnean Society* [online]. 2002, 140(4), 383-390 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1046/j.1095-8339.2002.00108.x. ISSN 0024-4074. Dostupné z: <https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1046/j.1095-8339.2002.00108.x>
- 5 CROSS, Adam T., David J. MERRITT, Shane R. TURNER a Kingsley W. DIXON. Seed germination of the carnivorous plant *Byblis gigantea* (Byblidaceae) is cued by warm stratification and karrikinolide. *Botanical Journal of the Linnean Society* [online]. 2013, 173(1), 143-152 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1111/boj.12075. ISSN 00244074. Dostupné z: <https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/boj.12075>
- 6 ČABRADOVÁ, Věra. *Přírodopis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-424-4.
- 7 DARWIN, Charles. *Insectivorous Plants*. London: John Murray, 1876.
- 8 ELLISON, M.A., FARNSWORTH, J.E., 2005. The cost of carnivory for *Darlingtonia californica* (Sarraceniaceae): evidence from relationships among leaf traits, *American Journal of Botany*. St. Louis: Botanical Society of America,

- [online]92(7) 1085-1093 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z:
<http://www.amjbot.org/content/92/7/1085.full>
- 9 GILBERT, I. 1984. *Drosera binata*, *Carnivorous Plant Newsletter*. Queensland: International Carnivorous Plant Society, [online]13(3) 74-76 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: http://carnivorousplants.org/cpn/articles/CPNv13n3p74_76.pdf
 - 10 GIVNISH, Thomas J., Elizabeth L. BURKHARDT, Ruth E. HAPPEL a Jason D. WEINTRAUB. Carnivory in the Bromeliad *Brocchinia reducta*, with a Cost/Benefit Model for the General Restriction of Carnivorous Plants to Sunny, Moist, Nutrient-Poor Habitats. *The American Naturalist* [online]. 1984, 124(4), 479-497 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1086/284289. ISSN 0003-0147. Dostupné z: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/284289>
 - 11 GONELLA, MINATEL P., RIVADAVIA F., FLEISCHMANN A. *Drosera magnifica* (Droseraceae): the largest New World sundew, discovered on Facebook. DOI: 10.11646/phytotaxa.220.3.4. ISBN 10.11646/phytotaxa.220.3.4. Dostupné také z: <http://biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/phytotaxa.220.3.4>
 - 12 JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2007. ISBN 978-80-7182-213-4.
 - 13 KINCL, Lubomír, Miloslav KINCL a Jana JAKRLOVÁ. *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-7168-947-5.
 - 14 LLOYD, Francis Ernest. *The carnivorous plants*. Waltham: Chronica Botanica Company, 1942. New series of plant science books, Vol. 9.
 - 15 MACÁK, M. 1998. *Portréty rostlin – Nepenthes albomarginata*, Trifid: časopis společnosti Darwiniana. Praha: Darwiniana, 1998(3-4) 57-59. ISSN 1214-4134.
 - 16 MERBACH M., ZIZKA G., MERBACH D., MASCHWITZ U., 1999. Giant nectaries in the peristome thorns of the pitcher plant *Nepenthes bicalcarata* Hook f. (Nepenthaceae): Anatomy and functional aspects, *Ecotropica, International Journal of Tropical Ecology*, Ulm: University of Ulm, Department of Experimental Ecology, [online] 5: 45-50 [cit. 2017-03-02]. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/233778662_Giant_nectaries_in_the_peristome_thorns_of_the_pitcher_plant_Nepenthes_bicalcarata_Hook_f_Nepenthaceae_Anatomy_and_functional_aspects
 - 17 MORAN, J. Termite Prey Specialization in the Pitcher Plant *Nepenthes albomarginata*—Evidence from Stable Isotope Analysis. *Annals of Botany* [online]. 88(2), 307-311 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1006/anbo.2001.1460.

- ISSN 03057364. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aob/article-lookup/doi/10.1006/anbo.2001.1460>
- 18 MORAN, Jonathan A.; CLARKE, Charles M. The carnivorous syndrome in *Nepenthes* pitcher plants. *Plant Signaling et Behavior* [online]. Taylor et Francis Group, US National Library of Medicine, National Institutes of Health, 2010, roč. 5, čís. 6 [cit. 17.11.2016], s. 644-648. ISSN 1559-2324. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3001552/>
 - 19 PAVLOVIČ, A. Photosynthetic characterization of Australian pitcher plant *Cephalotus follicularis*. *Photosynthetica* [online]. 2011, 49(2), 253-258 [cit. 2017-03-9]. DOI: 10.1007/s11099-011-0032-0. ISSN 0300-3604. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11099-011-0032-0>
 - 20 PLACHNO, B. J., M. KOZIERADZKA-KISZKURNO a P. SWIATEK. Functional Utrastructure of Genlisea (Lentibulariaceae) Digestive Hairs. *Annals of Botany* [online]. 2007, 100(2), 195-203 [cit. 2017-02-28]. DOI: 10.1093/aob/mcm109. ISSN 0305-7364. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aob/article-lookup/doi/10.1093/aob/mcm109>
 - 21 REMBOLD K., IRMER A., POPPINGA S., BRINGMANN G., 2010. Propagation of *Triphyophyllum peltatum* (Dioncophyllaceae) and observation on its carnivory, *Carnivorous Plant Newsletter*, Queensland: International Carnivorous Plant Society, [online] 39(3) 71-77 [cit. 2017-03-02]. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/46212521_Propagation_of_Triphyophyllum_peltatum_Dioncophyllaceae_and_observations_on_its_carnivory
 - 22 REUT, Markus S. a Richard W. JOBSON. A phylogenetic study of subgenus *Polypompholyx*: a parallel radiation of *Utricularia* (Lentibulariaceae) throughout Australasia. *Australian Systematic Botany* [online]. 2010, 23(3), 152- [cit. 2017-01-10]. DOI: 10.1071/SB09054. ISSN 10301887. Dostupné z: <http://www.publish.csiro.au/?paper=SB09054>
 - 23 SCHNELL, Donald E. *Carnivorous plants of the United States and Canada*. 2nd ed. Portland, Or.: Timber Press, 2002. ISBN 0-88192-540-3.
 - 24 SLACK, Adrian. *Carnivorous Plants*. 4rd ed. Yeovil: Marston House, 2001. ISBN 1-899296-13-1.
 - 25 STEWART JR., C. Neal a Erik T. NILSEN. *Drosera rotundifolia* growth and nutrition in a natural population with special reference to the significance of insectivory. *Canadian Journal of Botany* [online]. 1992, 70(7), 1409-1416 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1139/b92-177. ISSN 0008-4026. Dostupné z:

<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b92-177>

- 26 STUDNIČKA, Miloslav. *Masožravé rostliny*. Praha: Academia, 1984. Živou přírodou.
- 27 STUDNIČKA, Miloslav. *Masožravé rostliny: objekt badatelů, dobrodruhů a snůlů*. Praha: Academia, 2006. ISBN 80-200-1404-7.
- 28 STUDNIČKA, Miloslav. *Masožravé rostliny: sborník článků pro časopis Živa 1980-2004*. Praha: Darwiniana, 2007. ISBN 978-80-903977-0-5.
- 29 ŠVARC, David. *Masožravé rostliny*. Tišnov: Sursum, 2003. ISBN 80-7323-035-6.
- 30 VERMA, P.K., J. SCHLAUER, K.K. RAWAT & K. GIRI 2014. Status of insectivorous plants in northeast India, *Carnivorous Plant Newsletter*. Queensland: International Carnivorous Plant Society, [online]43(2) 49-58 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: http://www.carnivorousplants.org/cpn/articles/CPNv43n2p49_58.pdf
- 31 VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha: Academia, 1996. ISBN 80-200-0600-1.
- 32 WELLS, Konstans, Maklarin B. LAKIM, Stefan SCHULZ a Manfred AYASSE. Pitchers of *Nepenthes rajah* collect faecal droppings from both diurnal and nocturnal small mammals and emit fruity odour. *Journal of Tropical Ecology* [online]. 2011, 27(04), 347-353 [cit. 2016-12-22]. DOI: 10.1017/S0266467411000162. ISSN 0266-4674. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0266467411000162
- 33 ZAMAN, M., NADERUZZAMAN, A.T.M., HASAN, M., and NAZ, S. 2011. Ecology, morphology and anatomy of *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae) from Bangladesh. *Bangladesh J. Bot.* 40(1): 85-91.

Internetové zdroje:

- 1 NOVÁK, Jiří. BioLib: Masožravá rostlina [online]. c2016 [citováno 2016-11-07]. Dostupný z: <http://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id3644/>
- 2 In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1%C4%8Dka_\(botanika\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1%C4%8Dka_(botanika))

Zdroje obrázků:

- 1 http://coloradocarnivorousplantsociety.com/Bybilis_liniflora.htm

- 2 <http://cpphotofinder.com/drosera-binata-var-dichotoma-2539.html>
- 3 [http://darwin-](http://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=1&itemID=F1225&viewtype=text)
[online.org.uk/content/frameset?pageseq=1&itemID=F1225&viewtype=text](http://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=1&itemID=F1225&viewtype=text)
- 4 [http://ngcarnivorousplants.blogspot.cz/2014/03/growing-guide-genlisea-](http://ngcarnivorousplants.blogspot.cz/2014/03/growing-guide-genlisea-hispidula.html)
[hispidula.html](http://ngcarnivorousplants.blogspot.cz/2014/03/growing-guide-genlisea-hispidula.html)
- 5 <http://pinguicula.free.fr/lignicola1.JPG>
- 6 [http://regionalconservation.org/ircs/database/plants/PlantPage.asp?TXCODE=Catob](http://regionalconservation.org/ircs/database/plants/PlantPage.asp?TXCODE=Catobert)
[ert](http://regionalconservation.org/ircs/database/plants/PlantPage.asp?TXCODE=Catobert)
- 7 <http://www.biolib.cz/cz/image/id102376/>
- 8 [http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/sklenik-fata-morgana/tropy-vysokych-](http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/sklenik-fata-morgana/tropy-vysokych-hor.html?page_id=4842)
[hor.html?page_id=4842](http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/sklenik-fata-morgana/tropy-vysokych-hor.html?page_id=4842)
- 9 [http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/venkovni-expozice/mokrad-a-](http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/venkovni-expozice/mokrad-a-jezero.html?page_id=4850)
[jezero.html?page_id=4850](http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/venkovni-expozice/mokrad-a-jezero.html?page_id=4850)
- 10 <http://www.botaniliberec.cz/foto/detail/?f=1209>
- 11 <http://www.botaniliberec.cz/foto/detail/?f=913>
- 12 <http://www.botaniliberec.cz/foto/foto/135.jpg>
- 13 <http://www.carnivoras.com.br/dionaea-muscipula-venus-flytrap-t978.html>
- 14 <http://www.carnivorousplants.org/cp/Genera/Sarracenia.php>
- 15 http://www.cpitalia.net/wiki/index.php/Coltivazione_Utricularie_epifite
- 16 <http://www.floristtaxonomy.com/category/darlingtonia-californica>
- 17 [http://www.flytrapcare.com/phpBB3/byblis-gigantea-and-gigantea-in-perth-au-](http://www.flytrapcare.com/phpBB3/byblis-gigantea-and-gigantea-in-perth-au-t13615.html)
[t13615.html](http://www.flytrapcare.com/phpBB3/byblis-gigantea-and-gigantea-in-perth-au-t13615.html)
- 18 [http://www.masozravky.com/ostatni/originalni-clanky-ziva/mucholapka-](http://www.masozravky.com/ostatni/originalni-clanky-ziva-mucholapka-podivna.php)
[podivna.php](http://www.masozravky.com/ostatni/originalni-clanky-ziva-mucholapka-podivna.php)
- 19 <http://www.obecbrasy.cz>
- 20 http://www.pinguicula.org/pages/plantes/pinguicula_bohemica.htm
- 21 http://www.triphyophyllum.estranky.cz/img/original/7/triphyophyllum_
- 22 [https://bn.m.wikipedia.org/wiki/%E0%A6%9A%E0%A6%BF%E0%A6%A4%E0](https://bn.m.wikipedia.org/wiki/%E0%A6%9A%E0%A6%BF%E0%A6%A4%E0%A7%8D%E0%A6%B0:Nepenthes_pitcher_morphology_upper.svg)
[%A7%8D%E0%A6%B0:Nepenthes_pitcher_morphology_upper.svg](https://bn.m.wikipedia.org/wiki/%E0%A6%9A%E0%A6%BF%E0%A6%A4%E0%A7%8D%E0%A6%B0:Nepenthes_pitcher_morphology_upper.svg)
- 23 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Darlingtonia_californica_ne3.JPG
- 24 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophyllum_lusitanicum_Habitus_201](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophyllum_lusitanicum_Habitus_2011-4-21_SierraMadrona.jpg)
[1-4-21_SierraMadrona.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophyllum_lusitanicum_Habitus_2011-4-21_SierraMadrona.jpg)
- 25 [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0pirlice#/media/File:Sarracenia_flower_notitl](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0pirlice#/media/File:Sarracenia_flower_notitles_cs.svg)
[es_cs.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0pirlice#/media/File:Sarracenia_flower_notitles_cs.svg)
- 26 [https://en.wikipedia.org/wiki/Drosera_magnifica#/media/File:Drosera_magnifica03.](https://en.wikipedia.org/wiki/Drosera_magnifica#/media/File:Drosera_magnifica03.jpg)
[jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Drosera_magnifica#/media/File:Drosera_magnifica03.jpg)
- 27 https://en.wikipedia.org/wiki/Nepenthes_rajah
- 28 https://en.wikipedia.org/wiki/Sarracenia_psittacina
- 29 https://fr.wikipedia.org/wiki/Brocchinia_reducta
- 30 <http://www.asturnatura.com/plantas-medicinales/antitusigenos.html>
- 31 <https://www.flickr.com/photos/27887215@N02/3847276185>

- 32 <https://www.wistuba.com/heliamphora/heliamphora/h-nutans-yuruani-tepui.php>
- 33 <https://www.wistuba.com/heliamphora/heliamphora/h-tatei-var-tatei-cerro-huachamachari.php>
- 34 http://www.botanicka.cz/hlavni-stranka/navstevnicke-okruhy/sklenik-fata-morgana/virtualni-prohlidka.html?page_id=931
- 35 http://www.botanicka.cz/buxus/images/letak_informacni_mapa_web.jpg
- 36 SLACK, Adrian. *Carnivorous Plants*. 4rd ed. Yeovil: Marston House, 2001. ISBN 1-899296-13-1, s.161
- 37 SLACK, Adrian. *Carnivorous Plants*. 4rd ed. Yeovil: Marston House, 2001. ISBN 1-899296-13-1., s.93
- 38 STUDNIČKA, Miloslav. *Masožravé rostliny: sborník článků pro časopis Živa 1980-2004*. Praha: Darwiniana, 2007. ISBN 978-80-903977-0-5, s.129

Zdroje tabulek:

- 1 STUDNIČKA, Miloslav. *Masožravé rostliny*. Praha: Academia, 1984. Živou přírodou., s.17

7 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Láčka	15
Obrázek 2: Adhezní past rosnatky	17
Obrázek 3: Hypotenzní past bublinatky	18
Obrázek 4: Mechanická past mucholapky podivné	20
Obrázek 5: Detektivní past Genliseje	21
Obrázek 6: Listový přeslen aldrovandky	26
Obrázek 7: Aldrovandka měchýřkatá (<i>Aldrovanda vesiculosa</i>)	27
Obrázek 8: <i>Byblis liniflora</i>	29
Obrázek 9: <i>Byblis gigantea</i>	29
Obrázek 10: Láčkovice australská (<i>Cephalotus follicularis</i>)	30
Obrázek 11: Darlingtonie kalifornská (<i>Darlingtonia californica</i>)	32
Obrázek 12: Květ darlingtonie kalifornské	33
Obrázek 13: Mucholapka podivná (<i>Dionaea muscipula</i>)	34
Obrázek 14: Rosnatka okrouhlolistá (<i>Drosera rotundifolia</i>)	36
Obrázek 15: Rosnatka dvojité (<i>Drosera binata</i>)	37
Obrázek 16: Rosnatka velkolepá (<i>Drosera magnifica</i>)	38
Obrázek 17: Rosnolist lusitánský (<i>Drosophyllum lusitanicum</i>)	39
Obrázek 18: Genlisea kostrbatá (<i>Genlisea hispidula</i>)	41
Obrázek 19: Heliamfora nicí (<i>Heliamphora nutans</i>)	42
Obrázek 20: Heliamfora Tateova (<i>Heliamphora tatei</i>)	43
Obrázek 21: Láčkovka rádža (<i>Nepenthes rajah</i>)	45
Obrázek 22: Láčkovka lemovaná (<i>Nepenthes albomarginata</i>)	45
Obrázek 23: Láčkovka dvojostruhatá (<i>Nepenthes bicalcarata</i>)	46
Obrázek 24: Tučnice česká (<i>Pinguicula bohemica</i>)	47
Obrázek 25: Tučnice stromobytná (<i>Pinguicula lignicola</i>)	48
Obrázek 26: Tučnice sádrovcová (<i>Pinguicula gypsicola</i>), letní růžice	49
Obrázek 27: Květ špirlice (<i>Sarracenia</i>)	50
Obrázek 28: Špirlice přivřená (<i>Sarracenia minor</i>)	50
Obrázek 29: Špirlice papouščí (<i>Sarracenia psittacina</i>)	51
Obrázek 30: Trifid štítnatý (<i>Triphyophyllum peltatum</i>)	52
Obrázek 31: Bublinatka jižní (<i>Utricularia australis</i>)	54
Obrázek 32: Bublinatka ledvinovitá (<i>Utricularia reniformis</i>)	55
Obrázek 33: Brocchinie úzká (<i>Brocchinia reducta</i>)	56
Obrázek 34: Katopsis Berterova (<i>Catopsis berteroniana</i>)	56
Obrázek 35: Poslední část skleníku Fata Morgana	64
Obrázek 36: Mapa skleníku Fata Morgana	64
Obrázek 37: Pohled na rašeliniště a jezírko (venkovní expozice)	65
Obrázek 38: Plán Botanické zahrady Praha	66

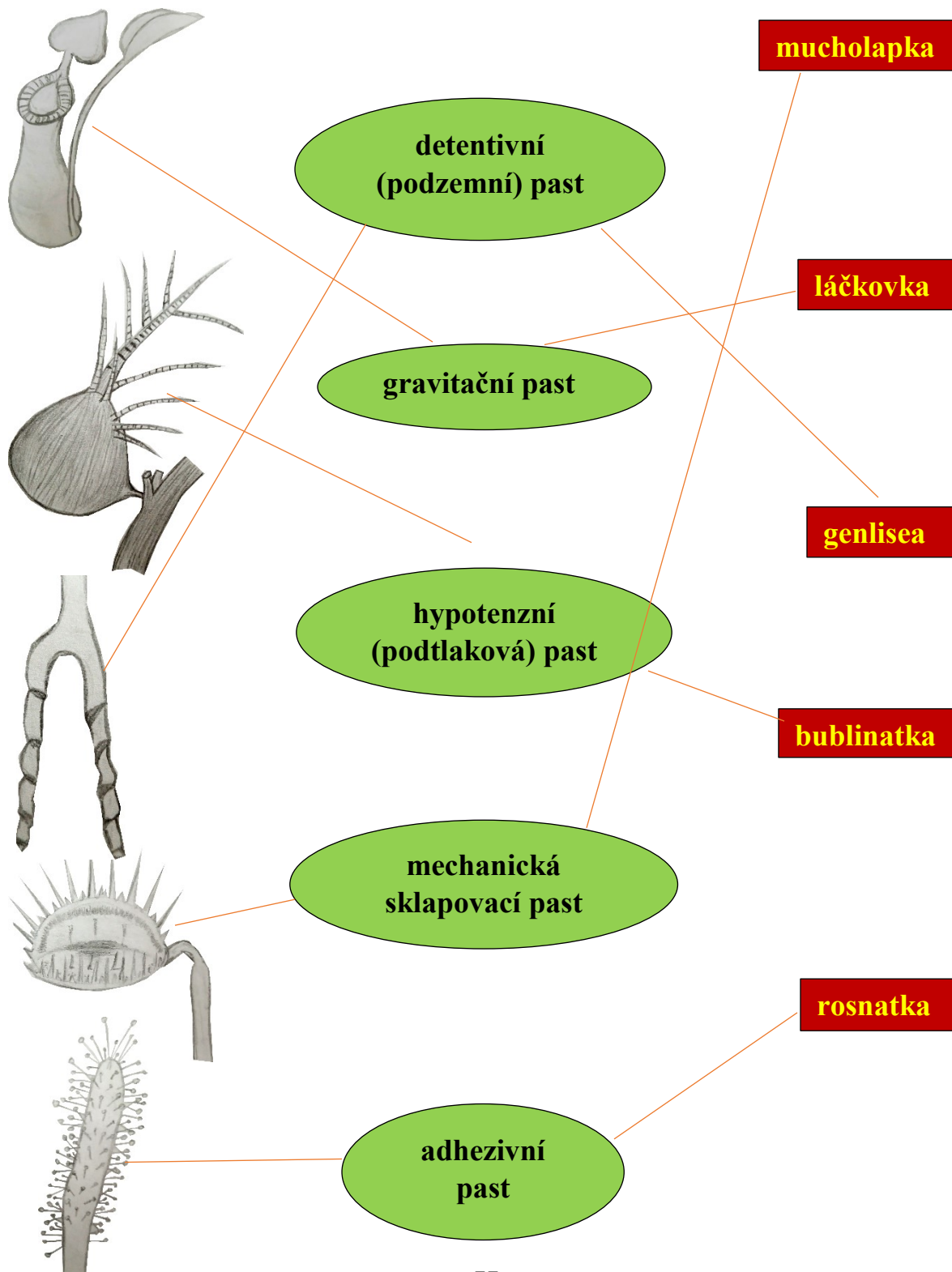
Tabulka 1: Enzymy rostlinného původu v pastech masožravých rostlin	24
--	----

8 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Řešení pracovního listu

8.1 Řešení pracovního listu

1) Přiřaď každý obrázek k jednomu typu pasti a k jedné rostlině.



2) Proč se u některých rostlin vyvinula masožravost?

Kvůli nedostatku živin v prostředí, ve kterém rostou.

3) Zakroužkuj pravdivá tvrzení o masožravých rostlinách:

- a) Masožravé rostliny mi mohou ublížit.
- b) Pokud masožravé rostliny „nekrmím“, zahynou.
- ☒ c) Některé masožravé rostliny mohou polapit i drobné obratlovce.
- d) Masožravé rostliny se nevyskytují v ČR.
- ☒ e) Masožravé rostliny mohou provádět aktivní pohyb.
- f) Nejvíce druhů masožravých rostlin najdeme u zástupců rodu mucholapka (*Dionaea*)

4) Na slepé mapě barevně vyznač místa, kde se vyskytuje: **láčkovice australská**, **darlingtonie kalifornská**, **rosnolist lusitánský**, rosnatka velkolepá, láčkovka rádža



9 Seznam zdrojů použitých obrázků v příloze č. 1

- 1 <http://www.mapa-sveta.com/img/slepa-mapa.jpg>
- 2 Ostatní obrázky v pracovním listě jsou vlastní kresby